REVUE
DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE ET D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE
DE
FRANCE

TOME XXXVIII - 1959

(Fondée en 1914 par L. MANGIN)

Bulletin trimestriel de la Société de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole de France
SIÈGE SOCIAL : INSTITUT PASTEUR
25, RUE DU DOCTEUR-ROUX, PARIS (XV^e)

OUVRAGE PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN — PARIS (VI^e)

TOME XXXVIII N° 1 JANVIER-MARS 1959

LE CYCLE ANNUEL DE LA COCHENILLE *DYSMICOCCUS BREVIPES* CKLL., VECTRICE D'UN « WILT » DE L'ANANAS EN BASSE COTE D'IVOIRE ; SON DÉTERMINISME

PAR

P. RÉAL

SOMMAIRE

INTRODUCTION 5

PREMIÈRE PARTIE

QUESTIONS AGRONOMIQUES, LE WILT 6

Chapitre I. 6
Influence de la date de contamination, p. 7. Sensibilité des plantes suivant leur âge, p. 8. Sensibilité d'après la date de plantation, p. 8. Durée de l'incubation en fonction de l'ennuagement et de l'insolation, p. 10.

Conclusion, p. 11.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE DÉMOGRAPHIQUE 12

Chapitre II. — Élevages au laboratoire 13
Élevages au laboratoire et observations au dehors, p. 14. Fécondité et espérance de vie de l'adulte femelle, p. 15. Mortalité des femelles adultes en élevage, p. 17. La sénescence et la durée de la ponte, p. 17. Variations de fécondité et d'espérance de vie adulte dues à la nutrition, p. 18. Courbe de fécondité, p. 20. Survie des adultes, ponte subléthale et sénescence, p. 22. Ponte subléthale, p. 24. Cause des variations dues au substrat végétal, p. 24.

Chapitre III. — Observations à l'extérieur et comparaison des caractères étudiés au laboratoire et à l'extérieur 26
Interprétation démographique des comptages en champ, p. 26. Mortalité apparente, p. 27. Taux de multiplication net, p. 28. Fécondité totale apparente, p. 28. Intérêt des comptages Cp et Or; relations entre eux, p. 32. Durée du cycle et des stades au laboratoire et à l'extérieur, p. 34. Comparaison des fécondités au laboratoire et à l'extérieur, p. 36.

Chapitre IV. — Observations réalisées uniquement à l'extérieur 39
Taux de multiplication à l'extérieur, p. 39. Indications sur l'abondance maxima des Cochenilles, p. 40. Survie des différents stades, p. 41. Facteurs disopérationnels et coopérationnels : démophase, p. 44. Les mâles, p. 47. Variation de la sex ratio, p. 48. Caractères démographiques des Cochenilles en démophase, p. 50. Cas de démophase; populations maximum observées, p. 51. Importance des populations démophasiques, p. 52. Mortalité et survie, p. 55.

Conclusion de la partie démographique, p. 55.

TROISIÈME PARTIE

ÉCOLOGIE DE LA COCHENILLE 58

Introduction 58

Chapitre V. — Écologie de la Cochenille au laboratoire 58
Valeur des caractères biologiques en fonction de la température et de l'humidité, p. 58. Méthodologie : influence des conditions à l'état larvaire et à l'état adulte, p. 64. Valeur des caractères biologiques au laboratoire en fonction de la saison, p. 68. Valeur des caractères secondaires en fonction de la saison, p. 68.

Chapitre VI. — Écologie de la Cochenille à l'extérieur 70
Invasions. Facteurs possibles, p. 70. Rôle du degré hygrothermique de l'extrême diurne, p. 70. Ponte subléthale, p. 71. Nombre de générations produisant les invasions, p. 74. Graphique général de pullulation en fonction du degré T*h*, p. 76. Déclenchement et fin des invasions, p. 76. Durée et niveau d'invasion, p. 78. Variation des invasions avec les années. Poussées de saison sèche, p. 80. Pratique des prévisions d'invasion. p. 82. Wilt subséquent, p. 83.

Chapitre VII. — Le problème des Cochenilles sur les racines 83

Chapitre VIII. — Autres facteurs écologiques. Répartition topographique .. 85
Irrigation et pluie, p. 86. Ruissellement, p. 87. Vent et obstacles, p. 88. Orientation, p. 88.

Conclusion de la partie écologique, p. 88.

QUATRIÈME PARTIE

MÉTHODES DE LUTTE CONTRE LE WILT DE L'ANANAS 90

Chapitre IX. — Lutte contre la Cochenille 90
Dates de traitement contre la Cochenille, p. 90. Immobilité de la Cochenille. Rôle des Fourmis, p. 92.

Chapitre X. — Lutte contre les Fourmis 94
Expérimentation à la presqu'île d'Adiopodoumé, p. 96. Essai en trapèze, p. 96. Essai d'un hectare et demi, p. 100. Sens et rapidité des invasions, p. 101. Rentabilité des fossés à insecticides, p. 101. Valabilité des traitements par fossés, p. 102.

Conclusion de la quatrième partie, p. 103.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES 104
English Summary 108
Liste des tableaux non publiés 108
Bibliographie 109

INTRODUCTION

Nous avons été chargé des études de base du *Pseudococcus* (*Dysmicoccus*) *brevipes* CKLL., vecteur du « wilt » de l'ananas, sur la demande de l'I.F.A.C. Des raisons diverses ont empêché que cette entreprise, envisagée en janvier 1956, ne commence avant le 1er mai. Nous avons donc utilisé pour la rédaction de ces premiers résultats deux années de travail sur cet insecte.

Le « wilt » est caractérisé par un rougissement et un dépérissement des feuilles et par l'avortement plus ou moins complet du fruit; il aboutit à la suppression des racines et à la mort de la plante.

Le programme qui avait été fixé comprend essentiellement la démographie et l'écologie de la Cochenille. Mais accessoirement nous avons dû procéder à quelques expérimentations complémentaires, d'intérêt agronomique (incubation de la maladie, sensibilité des plantes) et en fin d'étude un appendice traite des méthodes de lutte dont nous avons dégagé les principes, sans les résoudre dans les détails.

Étude démographique :

Elle comprend essentiellement l'évaluation de la longueur du cycle biologique, de la fécondité totale et journalière, de la durée de la ponte et de la mortalité aux différents stades. Cette étude a été faite à la fois sur élevages au laboratoire et sur comptages en champ.

La question de la parthénogénèse et de la sexualité n'a pas été poussée aussi loin que les précédentes : certains points restent à préciser ou à vérifier et feront l'objet d'un article ultérieur de moindre importance.

Étude écologique :

Les élevages destinés à l'étude démographique ont été prélevés tous les 15 jours environ dans la nature, de façon à avoir des femelles adultes ayant vécu pendant 6 semaines dans les conditions ambiantes. mais les caractères démographiques de ces élevages peuvent varier aussi en fonction des conditions qui règnent au laboratoire : c'est la partie proprement expérimentale de l'étude.

D'autre part les pieds d'ananas de même âge plantés de quinze jours en quinze jours ont été infestés à trois ou quatre dates distantes de quinze jours et les populations résultantes ont été comptées après

2 mois et demi, 3 mois et 3 mois et demi, parfois 4 mois. Cette partie constitue les observations à l'extérieur.

Il y a des concordances entre ces deux séries de résultats, et il y a aussi des discordances, nous tenterons d'expliquer pourquoi.

La synthèse de tous ces documents permet d'établir un graphique de prévision des invasions qui rend possible la lutte contre la Cochenille avant qu'elle n'ait commis de gros dégâts.

Un certain nombre de tableaux n'ont pas été publiés dans ce mémoire pour des raisons matérielles : ce sont essentiellement ceux que doublent des graphiques. Cependant on a indiqué l'existence de ces tableaux dans le texte par des lettres (A, B, etc.) qui permettront aux lecteurs qui désireraient en recevoir un exemplaire de le demander.

Je tiens à remercier tout particulièrement ici M. Brissot qui n'a pas hésité à me fournir l'aide matérielle la plus importante (rejets, hormones) et notamment a tenté d'appliquer sur une grande échelle dans ses propres plantations exactement le traitement que je préconisais, afin d'en dégager l'efficacité réelle.

Je remercierai enfin mon aide de laboratoire Paul Doho qui a effectué sans se lasser des comptages extrêmement fastidieux.

PREMIÈRE PARTIE

QUESTIONS AGRONOMIQUES : LE WILT

Chapitre I

Plusieurs questions se posent préalablement aux expérimentations sur la Cochenille de l'ananas.

En effet l'incubation (ou la latence) du wilt est variable, mais cette variabilité dépend-elle de l'époque de la contamination, de l'âge de la plante, de la date de plantation? Peut-on prévoir cette apparition?

Notons d'ailleurs que le « wilt » à cochenilles n'est pas assez caractéristique pour être reconnu à coup sûr. L'ananas réagit à divers facteurs défavorables d'une façon assez analogue. Les symptômes de la maladie provoquée par la Cochenille ne seront pas étudiés ici en détail. Ils ont été maintes fois cités, nous ne reviendrons pas sur les descriptions qui en ont été faites.

Nous avons établi un essai pour apprécier l'importance des facteurs cités ci-dessus (plan nº 1). Chaque élément fait partie à la fois d'une série plantée à la même date (horizontale), d'une série conta-

minée à la même date (oblique descendante), et d'une série contaminée au même âge (verticale).

On a suivi l'apparition du wilt sur les 14 pieds de chaque élément. Les résultats sont très variables. On n'a tenu compte de l'apparition

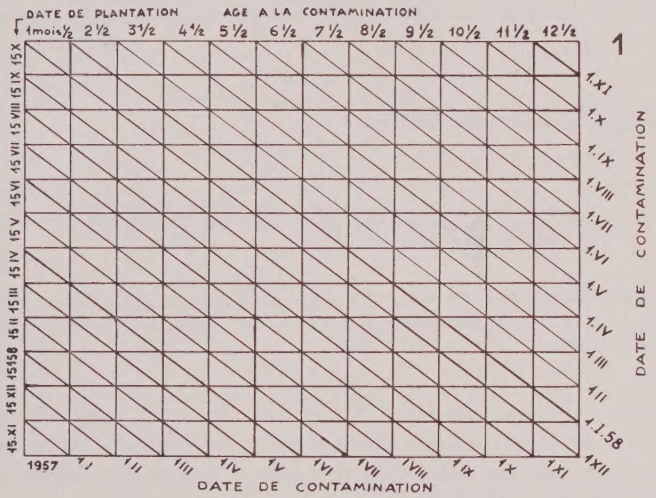


Fig. 1 : Essai agronomique sur le wilt (pages 1 et 2). — Pour chaque élément sont indiqués : la date de plantation, l'âge de la plante à la contamination et, suivant une ligne oblique, la date de contamination.

du wilt qu'après les 45 jours suivant la contamination, estimant que toute apparition antérieure est due à un wilt contracté par le rejet sur la plante mère avant sa plantation et on n'a tenu compte que du délai minimum, estimant que des contaminations ultérieures peuvent provenir d'un ensemencement naturel de cochenilles consécutif à la contamination artificielle qui a été pratiquée.

Ces réserves faites, les conclusions sont assez nettes.

Influence de la date de contamination.

La latence du wilt est d'abord fonction de la date de contamination (graphique 3). Elle varie pour le minimum de 48 à 169 jours suivant le mois; le minimum est en septembre, le maximum en mai; il y a un autre minimum en avril et un autre maximum en octobre. Un troisième minimum peu net se situe en janvier.

Par un artifice graphique, nous avons porté sur la figure 3 la durée de la latence (en jours) ajoutée à la somme de jours représentée par les mois écoulés depuis le 1er janvier. Alors il ressort en ordonnées la date d'apparition subséquente du wilt.

On remarquera que le wilt apparaît par époques, ce qui est dû aux différences de latence suivant la date de contamination.

Dans le cas étudié il apparaît d'abord du wilt fin mars-début avril (période d'infection : décembre et janvier); ensuite une grosse attaque

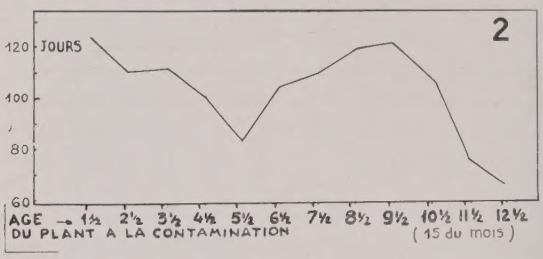


FIG. 2 : Durée d'incubation du wilt selon l'âge de la plante (page 8). — En ordonnées le nombre de jours, en abscisses l'âge de la plante à la date de la contamination.

à la mi-juin (période d'infection : février à avril); puis de fin septembre à fin octobre (période d'infection : mai à août); enfin de façon moins soudaine début décembre (période d'infection : septembre) et en février (période d'infection : octobre et novembre).

SENSIBILITÉ DES PLANTES SUIVANT LEUR AGE.

En ne tenant pas compte de la date de contamination, il apparaît que l'âge des plantes a son importance (graphique 2).

En effet il existe deux âges où le wilt apparaît particulièrement vite : vers 5 mois et demi et vers 12 mois et demi. L'expérience n'a pas été prolongée, il se peut que la sensibilité de la plante croisse encore jusqu'à la floraison qui se situe peu après.

En tout cas il a été reconnu que les plants d'ananas réagissent de façon particulièrement remarquable à l'application d'engrais vers le 5e-6e mois. Ceci doit coïncider avec l'instabilité physiologique de la fin de l'enracinement et du début de la grande poussée des feuilles; de même à l'âge de 12 mois se prépare déjà la floraison. Ces deux époques paraissent sensibiliser la plante. Nous avions déjà reconnu autrefois un maximum de sensibilité de l'arachide à la rosette au moment de la floraison.

SENSIBILITÉ D'APRÈS LA DATE DE PLANTATION.

En ne tenant pas compte de la date de contamination ni de l'âge de la plante, il apparaît que la date de plantation joue aussi son rôle, ce qui semble à priori normal puisque le départ de la plante influe sur son avenir (graphique 4).

Il y a deux époques de plantation qui donnent lieu à une apparition un peu plus rapide de wilt, c'est avril et octobre-novembre. En janvier, le phénomène est beaucoup moins net. On remarquera qu'avril constitue la fin de la saison sèche, mois très chaud et encore peu humide, et qu'octobre-novembre sont des mois où l'humidité diminue de plus en plus vite.

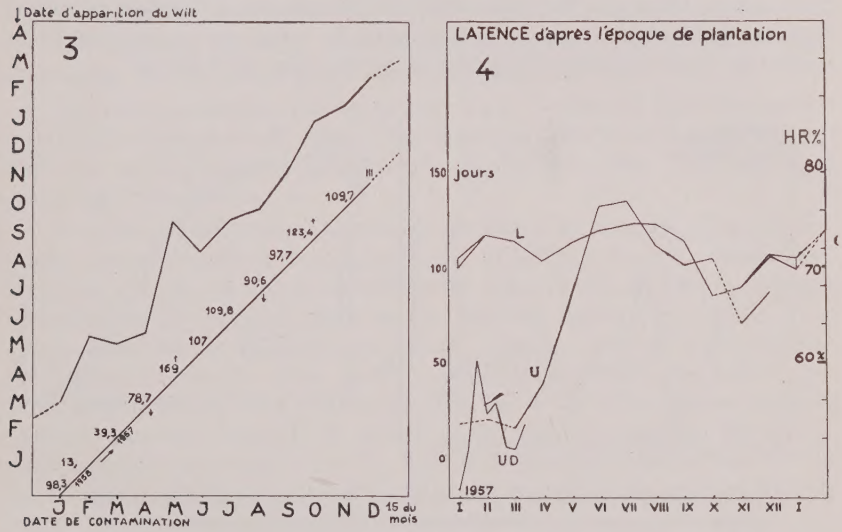


FIG. 3 : Durée minimum d'incubation du wilt selon la date de contamination des plantes (pages 7 et 92). — On a indiqué sur la droite oblique qui représente une durée d'incubation nulle, les durées d'incubation observées. En ajoutant le nombre de jours de latence (ou incubation) au dessus du point de la droite oblique, correspondant à la date de contamination, on lit sur l'axe des ordonnées la date d'apparition du wilt. Les flèches ascendantes et descendantes indiquent les minima et les maxima de latence.

FIG. 4 : Durée d'incubation du wilt selon l'époque de la plantation (page 8). — En ordonnées à gauche l'incubation, en ordonnées à droite le % d'humidité relative à la date de la plantation. Dans l'ensemble l'humidité relative plus élevée favorise la résistance de la plante. (L : durée de l'incubation; U : humidité relative; UD : humidité relative par décade en janvier-mars).

Par contre le wilt apparaît le plus tardivement dans les plantations de juillet-août (période à humidité relative maxima) et, quoique moins nettement, dans celles de février et mars. Sur la moyenne mensuelle de cette année 1957, le maximum d'humidité de janvier-février n'apparaît pas : nous l'avons par contre très bien indiqué à l'aide des moyennes par décade (U D). Ce phénomène n'a lieu que certaines années et souvent ce retard du wilt n'existe pas.

Ainsi il semble qu'il y ait un net parallélisme entre la sensibilité de la plante et la sécheresse au moment de la plantation ou plus exactement un peu avant la plantation.

Durée de l'incubation en fonction de l'insolation et de l'ennuagement.

L'incubation du wilt est un phénomène commandé, dit-on, par l'insolation. On a en effet remarqué que les plantes à l'ombre ne manifestent généralement pas les symptômes du wilt; par contre une forte insolation provoquerait l'apparition rapide des symptômes.

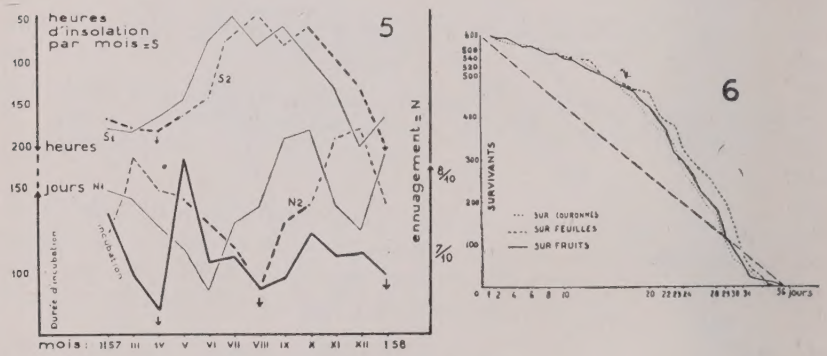


Fig. 5 : Incubation du wilt selon l'insolation et l'ennuagement (page 10). — En ordonnées à gauche, en sens croissant : incubation en jours; en sens décroissant : heures d'insolation par mois; en ordonnées à droite : ennuagement en dixièmes. (N_1 : ennuagement; N_2 : le même retardé de 2 mois; S_1 : insolation; S_2 : la même retardée d'un mois; les flèches indiquent les extrêmes et leurs coïncidences.)

Fig. 6 : Survie des femelles adultes en élevage sur les différents substrats (page 17). — En ordonnées le nombre de survivantes; en abscisses le nombre de jours de survie à ce stade. La droite oblique en tirets montre de combien l' « inflexion » de la survie est « positive ».

A l'aide des résultats de notre essai nous croyons pouvoir donner une explication plus rationnelle du phénomène qui met en jeu non seulement l'insolation (dont nous avons pu faire depuis 1951 des mesures assez importantes malgré des interruptions), mais aussi l'ennuagement (tableau A) (*).

Sur le graphique 5 nous avons porté, mois par mois, la durée de l'incubation, l'ennuagement total moyen en dixièmes et le nombre d'heures d'insolation par mois; nous avons inversé les valeurs de ce dernier pour obtenir un parallélisme des courbes plutôt qu'une opposition.

(*) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

De prime abord les relations entre l'incubation et l'insolation n'apparaissent pas nettement : il faut retarder la courbe d'insolation d'un mois (translation à droite) : alors on observe que les deux phénomènes ont une corrélation directe (coïncidence des données extrêmes) sauf entre mai et octobre.

Si on retarde de 2 mois la courbe d'ennuagement on constate que l'incubation (qui peut durer près de 6 mois) varie parallèlement à l'ennuagement pendant cette période de mai à octobre.

Ces facteurs agiraient donc à retardement, ce qui ne paraît pas impossible vu la très longue durée de l'incubation.

Ce n'est en somme pas la valeur dans le moment qui déterminerait l'apparition du wilt, mais l'accumulation des valeurs pendant une durée de un à plusieurs mois et cela plus encore pour l'ennuagement que pour l'insolation.

Si nous considérons maintenant les dates auxquelles l'incubation paraît cesser d'obéir à une influence pour obéir à l'autre, un fait est frappant : en fin de saison sèche le seuil d'insolation en dessous duquel l'incubation ne dépend plus de ce dernier facteur est situé vers 160 heures, tandis qu'en fin de saison humide ce seuil n'atteint que 60 heures. Il semble donc que la quantité de soleil qui influe sur l'incubation puisse être beaucoup plus faible après la saison humide (période pendant laquelle la plante a été très sous-insolée, ce qui la rend sensible au moindre soleil). En fin de saison sèche le phénomène est inverse : la plante ayant été surinsolée exigerait un niveau d'insolation très élevé pour en ressentir les effets.

Par contre l'ennuagement agit en dessous de 0,78 à 0,79 pendant la période de sous-insolation; pendant la période de surinsolation il lui arrive de redescendre jusqu'à 0,75 mais alors il est sans action.

Le facteur principal est donc bien l'insolation et l'ennuagement n'agit que lorsqu'il y a un défaut d'insolation (variable avec le passé de la plante).

Conclusion

Le wilt à Cochenilles de l'ananas apparaît sous l'influence de l'insolation, combinée à celle de l'ennuagement en saison humide, dans un délai variant de 2 mois et demi à 5 mois et demi, d'autant plus vite que l'âge du plant se rapproche de 5 mois et demi ou de 12 mois et demi et que la date de plantation se rapproche, en basse Côte d'Ivoire, d'avril ou d'octobre. C'est lorsque les cochenilles piquent en avril et en août que le wilt apparaît le plus vite.

Bien entendu ces conclusions, pour ce qui est de la date de plantation et de la date de contamination, peuvent être modifiées sous d'autres climats.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE DÉMOGRAPHIQUE

L'étude démographique devrait être en principe indépendante de l'étude écologique. Mais elle repose dans le cas présent sur les mêmes documents. Simplement nous les utiliserons aux points de vue qui ne mettent pas en jeu les saisons. Nous y inclurons cependant les variations dues à la nutrition sur différentes parties végétales, car elles mettent en jeu des facteurs internes.

Nous exposerons d'abord la technique d'élevage et ses défauts.

Les premiers résultats donnés ont été fournis par les élevages au laboratoire, nous chercherons les valeurs extrêmes et moyennes des caractères suivants : fécondité journalière, fécondité totale, espérance de vie de l'adulte, sénescence, durée et courbe de ponte, ponte subléthale.

Nous envisagerons ensuite comment le substrat végétal fait varier ces caractères dans les élevages au laboratoire. Ensuite nous mettrons en relation ces variations avec la physiologie du végétal.

Pour établir la durée moyenne d'une génération il nous faut encore connaître la longueur des stades larvaires et la courbe de fécondité moyenne avec son maximum.

Viennent ensuite les données démographiques tirées des comptages en champs expérimentaux. Les comptages ont été faits de deux manières dont nous expliquerons l'intérêt.

Nous exposerons comment nous calculons la mortalité et la fécondité apparentes ainsi que le taux de multiplication net. Cela fait, nous pourrons tenter de fixer les relations entre la durée du cycle et la fécondité observées au laboratoire et celles observées au dehors.

Nous indiquerons les maxima d'abondance observés dans les invasions au dehors : ce niveau de l'invasion est une donnée pratique.

Vient enfin le complexe des caractères survie-mortalité, étudié à l'extérieur seulement (ce qui implique des difficultés considérables). Nous établirons les courbes de survie des différents stades, puis nous les comparerons au niveau d'invasion. Constatant une anomalie dans les valeurs du taux de survie aux stades successifs, nous tenterons d'évaluer la quantité de mâles adultes ailés qui ont échappé aux comptages; par voie de conséquence la sex ratio pourra être évaluée approximativement; nous dégagerons ensuite l'importance des facteurs de compétition (disopérationnels) et de grégarisme (coopération-

nels) qui paraissent mettre en jeu une adaptation de même nature que les phases observées chez les Acridiens. Nous examinerons spécialement ce curieux phénomène et conclurons sur un résumé des taux de mortalité et de survie.

Chapitre II

Élevages en laboratoire

En principe les cochenilles sont sexuées, les femelles subissent 3 mues et passent par 4 stades successifs tandis que les mâles subissent 4 mues et donnent des imagos ailés qui s'échappent et dont le dénombrement direct est impossible à l'extérieur.

Nous avons assez régulièrement prélevé dans la nature tous les quinze jours, pendant un peu plus d'un an, 75 femelles adultes. Ces insectes étaient répartis en trois groupes égaux placés, le premier sur feuilles coupées, le second sur couronnes, le troisième sur fruits. Chaque groupe de 25 se composait de 5 lots indépendants de 5 cochenilles. Ces élevages étaient faits dans des verres; les morceaux de fruit avaient environ 15 cm^3 de volume, comprenant obligatoirement une partie de la surface écailleuse sur laquelle reposaient les insectes.

On a essayé de conserver tous ces substrats en les changeant le moins possible. Pour les fruits et les couronnes on y a assez bien réussi. Ainsi on évitait de risquer de rompre le rostre des cochenilles lorsqu'il fallait les déplacer. Mais pour les feuilles, il a fallu les changer tous les 5 à 10 jours suivant la saison, bien qu'on en ait superposé plusieurs pour diminuer leur altération. Le trempage des coupures dans la paraffine n'a pas donné de bons résultats.

Les cages du modèle utilisé par M. Vilardebo, entomologiste de l'I.F.A.C. à Kindia (Guinée), n'ont pas été utilisées au laboratoire parce qu'elles sont trop petites et ne permettent pas d'obtenir une humidité comparable dans les trois séries d'élevages.

Les verres ont été obturés d'abord par de la soie à bluter; on n'a pas tardé à s'apercevoir qu'un papier de soie donnait une meilleure garantie contre la perte des stades I et également favorisait la conservation du matériel.

On a tenté un certain nombre de mesures de l'humidité dans les verres, à l'aide d'un psychromètre d'Assmann à aspiration, et à l'aide d'hygromètres-montres. Les résultats ont été à peu près concordants; il y a une différence notable avec l'atmosphère du laboratoire, nous reviendrons sur ce point. En outre les conditions au laboratoire ont été, comme toujours, enregistrées.

Élevages au laboratoire et observations au dehors.

Entre ces deux séries de données existent des différences fondamentales.

Tout d'abord dans la nature on ne peut pratiquement pas recueillir toute la descendance d'une cochenille. Entre les comptages la mortalité fait diminuer le nombre des individus surtout au stade I.

Ensuite les facteurs écologiques ne sont pas les mêmes quantitativement : l'humidité, la température et la lumière sont différents. On ne peut le méconnaître avant d'aborder la démographie sans risquer de comparer des données non comparables.

Ces facteurs écologiques ne sont même pas identiques qualitativement : la lumière du laboratoire n'est pas l'insolation; la pluie existe au dehors, non au laboratoire; son action est mécanique autant que physique (relèvement de l'humidité). Les vents ou les courants d'air n'existent pas au laboratoire dans les élevages.

Au laboratoire même l'élevage étant pratiqué dans de petites enceintes closes (tubes, verres, cloches) afin que les jeunes stades ne s'échappent pas, le substrat végétal crée une humidité plus élevée que celle de la pièce, humidité qui peut être de plus de 10 % supérieure, malgré la communication qui existe à travers le papier de soie ou la soie à bluter couvrant par exemple un verre. Cette différence n'est elle-même pas constante et varie avec l'âge du substrat végétal et sa nature (feuille, morceau de fruit).

Les conditions du laboratoire varient de façon plus ou moins parallèle à celles de l'extérieur car le bâtiment se comporte avec une forte inertie.

Le substrat végétal ne fournit pas à l'insecte qui pique une nourriture semblable à celle qu'offre une plante à l'extérieur par suite de différences considérables dans la fonction chlorophyllienne et dans l'alimentation en eau. Sur les fruits le phénomène est amorti; sur les couronnes on a essayé d'en diminuer l'importance en plaçant la rosette végétale dans un couvercle de boîte de Pétri où un faible niveau d'eau était entretenu. Mais sur les feuilles il n'a pas été possible de réduire la différence.

Ces différences même ne sont pas constantes pendant le temps où l'insecte est laissé sur son substrat. Mais on aurait introduit des causes d'erreur bien plus importantes en changeant plus fréquemment la plante car il est difficile de faire subir sans dommages un certain nombre de transplantations à une Cochenille pendant sa vie qui est assez longue, et ce surtout quand elle est jeune.

Les comptages au laboratoire ont été surtout orientés sur l'étude de la fécondité.

On les a pratiqués systématiquement à la fois sur fruits, couronnes et feuilles afin de déceler dans une certaine mesure les différences pouvant tenir à la nutrition variée.

Au laboratoire, on a compté tous les néonates, mâles ou femelles, puis tous les stades ultérieurs tandis que dans la nature après le stade II les mâles semblent disparaître parce que leur nymphose s'effectue en groupe en des endroits qu'il n'est pas toujours facile de retrouver.

Il ne faut pas croire, même si la correction peut être faite pour les mâles, que le niveau de fécondité obtenu au laboratoire permette de fixer exactement celui existant dans la nature : c'est seulement une indication d'un ordre de grandeur. On peut le tenir pour certainement inférieur à celui qui existe au-dehors, d'autant plus que les cochenilles ont été prélevées au-dehors à l'état adulte certainement souvent un peu après le début de leur ponte.

Chaque élevage représente une descendance d'environ 7 000 cochenilles; il y a eu 27 élevages, soit près de 190 000 cochenilles comptées au laboratoire.

Fécondité et espérance de vie de l'adulte femelle.

Le tableau 1 indique la fécondité journalière moyenne (F*j*), la fécondité totale (F*t*) moyenne, et l'espérance de vie (L) (*) à l'état adulte pour 25 cochenilles par élevage sur feuille, couronne ou fruit d'ananas et pour les 75 cochenilles élevées sur ces trois substrats au même moment. La moyenne de l'année a ensuite été établie pour ces trois parties et pour la plante globalement.

Le tableau B (**) schématise le sens de ces variations. Au total les fruits sont le meilleur matériel, les couronnes le moins bon. On voit que seule la fécondité journalière a une variation des extrêmes exactement parallèle.

Les différences dans les minima sont surtout grandes pour F*t* et L et dans les maxima pour F*j* et L.

Les différences entre maximum et minimum montrent les variations présumées de qualité du substrat végétal, dans la mesure où ce susbtrat influence les caractères démographiques : les fruits sont le matériel le plus variable (mais le meilleur), les couronnes le moins variable (et le plus mauvais). Au point de vue de la méthode d'élevage ces remarques ont leur intérêt : les variations maxima sont toujours souhaitables pour une étude. En outre les différences de variation ne sont pas négligeables pour la F*t* (17,3 % entre feuilles et fruits), et L (21,1 % entre couronnes et fruits).

Nous verrons plus loin que ces différences sont cependant faibles par rapport à celles que provoquent les facteurs écologiques de nature climatique.

(*) L'espérance de vie s'obtient en divisant la somme des nombres de jours restant à vivre pour chaque individu d'une population par le nombre de ces individus.

(**) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

TABLEAU I. — Valeur des caractères biologiques des élevages successifs au laboratoire

N° de l'élevage	Premier jour	Durée en jours	COURONNES			FEUILLES			FRUITS			EN GÉNÉRAL		
			Féc. j	Féc. T	Esp. A	Féc. j	Féc. T	Esp. A	Féc. j	Féc. T	Esp. A	Féc. j	Féc. T	Esp. A
1	19 IV 58	32	4,00	51,48	12,88	3,86	33,20	10,76	5,78	57,08	9,80	4,28	47,12	11,12
2	18 V	36	1,64	36,44	22,24	1,69	37,72	22,36	1,80	43,96	24,48	1,72	39,37	22,89
3	13 VI	34	3,48	78,48	22,52	2,49	64,16	25,76	2,23	58,08	26,52	2,67	50,43	18,90
4	2 VII	30	1,80	40,00	22,28	3,17	60,48	19,08	2,31	59,52	25,80	2,38	53,33	22,39
5	28 III	35	4,43	110,40	22,88	3,26	75,20	23,04	3,59	74,64	23,96	3,59	83,63	23,30
6	25 VIII	34	3,52	83,85	23,80	5,31	121,62	22,92	4,40	68,80	15,64	4,40	91,44	20,63
7	18 IX	34	5,57	123,00	22,24	5,60	110,88	19,80	6,27	124,80	19,92	5,80	119,80	20,66
8	3 X	31	6,55	125,16	19,12	4,24	98,40	23,20	5,48	117,52	21,72	5,33	113,69	21,35
9	19 X	33	5,23	136,44	26,08	4,59	122,66	26,72	5,88	132,32	22,52	5,20	130,45	25,11
10	6 XI	31	3,80	92,80	24,20	3,90	103,68	26,60	3,37	78,16	23,12	3,71	91,30	24,60
11	22 XI	32	3,94	93,32	23,68	4,45	114,72	25,80	4,09	100,24	25,04	4,14	102,76	24,84
12	2 XII	34	5,54	100,88	18,20	5,65	126,04	22,32	5,52	107,24	18,72	5,64	111,39	19,75
13	18 XII	33	6,18	135,08	21,84	5,77	141,24	24,48	4,95	83,08	16,76	5,70	119,80	21,03
14	3 I 57	30	5,79	133,32	23,04	4,66	118,28	25,40	5,74	133,36	19,80	5,64	128,32	22,75
15	19 I	31	6,17	135,68	22,00	5,10	118,12	23,16	4,06	95,48	23,52	5,15	116,43	22,63
16	2 II	32	4,27	95,84	22,84	3,89	86,80	22,32	4,48	83,08	18,56	4,20	88,54	21,11
17	17 II	31	3,46	66,68	19,28	3,95	103,32	26,16	3,62	81,44	22,52	3,70	83,81	22,65
18	4 III	30	5,08	97,64	19,42	3,23	55,72	17,24	4,31	81,72	18,96	4,33	78,36	18,57
19	19 III	28	5,09	105,16	20,58	4,33	95,40	22,04	5,08	111,04	21,88	4,82	103,89	21,53
20	2 IV	31	4,90	110,28	22,52	4,62	110,52	23,68	3,76	90,28	24,04	4,42	103,56	23,41
21	16 IV	33	4,47	103,44	23,12	4,98	128,80	25,84	5,92	127,44	21,56	5,10	119,89	23,51
22	4 V	30	3,91	40,64	20,60	5,52	101,32	18,36	4,29	98,52	22,96	4,53	93,49	20,64
23	20 V	30	4,49	86,20	19,20	3,99	95,68	24,00	4,91	94,27	21,89	4,91	94,27	21,89
24	1 VI	31	3,97	92,52	23,32	3,58	91,84	25,60	3,68	90,72	24,64	3,74	91,69	24,52
Total		766	96,28	2 285,73	507,88	101,83	2 315,80	546,64	106,45	2 192,79	515,33	4,37	94,4	21,63
Moyenne.....		31,92	4,012	95,239	21,162	4,243	96,492	22,777	4,435	91,366	21,472	pour 31,92 j.		

LÉGENDE. — Ces caractères sont : *Féc. j.*, fécondité journalière; *Féc. t.*, fécondité totale; *Esp. A.*, espérance de vie adulte femelle. Les élevages commençant aux dates indiquées sont numérotés de 0 à 24 sur une durée d'un an. Chaque caractère a été étudié sur couronnes, sur feuilles et sur fruits; on a groupé les valeurs sur les trois substrats pour le total « en général » (page 15).

Mortalité des femelles adultes en élevage.

Les tableaux C, D et E (*) donnent le nombre de femelles survivantes de chaque élevage sur feuilles, couronnes et fruits et le graphique 6 résume les résultats pour l'année. Les courbes de survie attestent un état démographique bon car elles sont « à inflexion positive » (terme technique), c'est-à-dire renflées.

La survie (**) sur les feuilles est la meilleure surtout à partir du 12e jour; elle n'y est la moins bonne que les 4 premiers jours. Sur les couronnes elle est le plus souvent la moins bonne (du 17e au 31e jour) mais est supérieure à celle sur les fruits du 7e au 17e jour. Celle sur les fruits n'est la meilleure que les 4 premiers jours et les 4 derniers sans doute parce que la piqûre y est plus facile; du 7e au 16e jour elle est la moins bonne, mais elle reste le plus souvent intermédiaire entre les deux autres.

On remarque deux chutes de population entre les 22e et 24e jours d'une part (22 %), et entre les 28e et 31e jours d'autre part (69 %), nous verrons plus loin la signification de ce phénomène qui est important.

La sénescence et la durée de la ponte.

Le tableau F (***) donne le nombre de cochenilles et la durée de leur sénescence lorsqu'on a pu l'observer, sur les trois substrats végétaux étudiés, par élevage, et pour l'année entière.

Il ressort de ce tableau que la vie après la fin de la ponte est la plus brève sur les couronnes et la plus longue sur les fruits, mais que la différence est assez faible. La moyenne générale est de 5,3 jours.

Toutefois on voit des femelles cesser de pondre bien avant, ainsi 13 ou 14 jours sur fruits ou sur feuilles. Ce sont des cas exceptionnels.

Les comptages se faisaient en général tous les trois jours. On a pu contrôler ainsi 232 cas de sénescence mais il y en a eu 1 638 non contrôlables : chez ces derniers aucune cochenille du lot n'a eu une sénescence dépassant 3 jours. On peut donc estimer qu'en général la sénescence dure 3 ou 4 jours seulement. La ponte occupe donc 18 jours sur 21 ou 22.

Sur les 232 cas, 64 sont sur couronnes, 92 sur feuilles et 76 sur fruits. Si l'on se réfère aux tableaux C à E et en utilisant le critère de fin de ponte qui sera indiqué plus loin (voir « Survie des adultes,

(*) Tableaux non publiés. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

(**) La survie ou pourcentage de survie est le nombre relatif d'individus survivant à chaque stade par rapport au stade précédent. Lorsqu'on ne précise pas, il s'agit du nombre relatif d'individus à un stade quelconque par rapport au stade I. Dans la partie démographique la survie indiquée est vraie car les stades I ont pu être comptés; dans la partie écologique la survie est seulement calculée car les stades I n'ont pas pu être comptés exactement.

(***) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

ponte subléthale et sénescence ») on doit en observer 64 sur couronnes, 147 sur feuilles et 89 sur fruits : la proportion est assez bien respectée.

Variations de fécondité et d'espérance de vie adulte dues a la nutrition.

Il ne s'agit pas ici des différences tenant aux parties végétales mais à celles qui se produisent par leur intermédiaire au cours de l'année. Il ne s'agit pas des variations entraînées par les facteurs climatiques.

Les graphiques de *Fj* (8), *Ft* (9) et L (7) établis pour les 24 élevages successifs nous montrent que si les appréciations fournies par les données maximum et minimum ont un intérêt, le détail peut modifier un peu le point de vue précédemment exposé.

La fécondité journalière *Fj* montre la plus grande homogénéité. C'est elle qui reste la plus semblable sur les diverses parties végétales au cours des saisons.

Elle présente trois maxima : en octobre, en janvier et en mai, et trois minima : en juin, en novembre et en mars (graphique 8).

Ce qui est remarquable, c'est que les trois minima coïncident sensiblement tandis que les maxima ne coïncident pas bien exactement, surtout en grande saison humide.

Il semble bien, en conclusion, que les couronnes en octobre et les fruits en janvier et en mai constituent sur la plante la partie privilégiée dont les cochenilles feront leur terrain d'élection.

La fécondité totale *Ft* montre des variations assez semblables, mais plus confuses. S'il existe un parallélisme encore marqué entre les résultats obtenus dans l'ensemble sur les trois substrats, il y a une forte aberration pour les couronnes en mai.

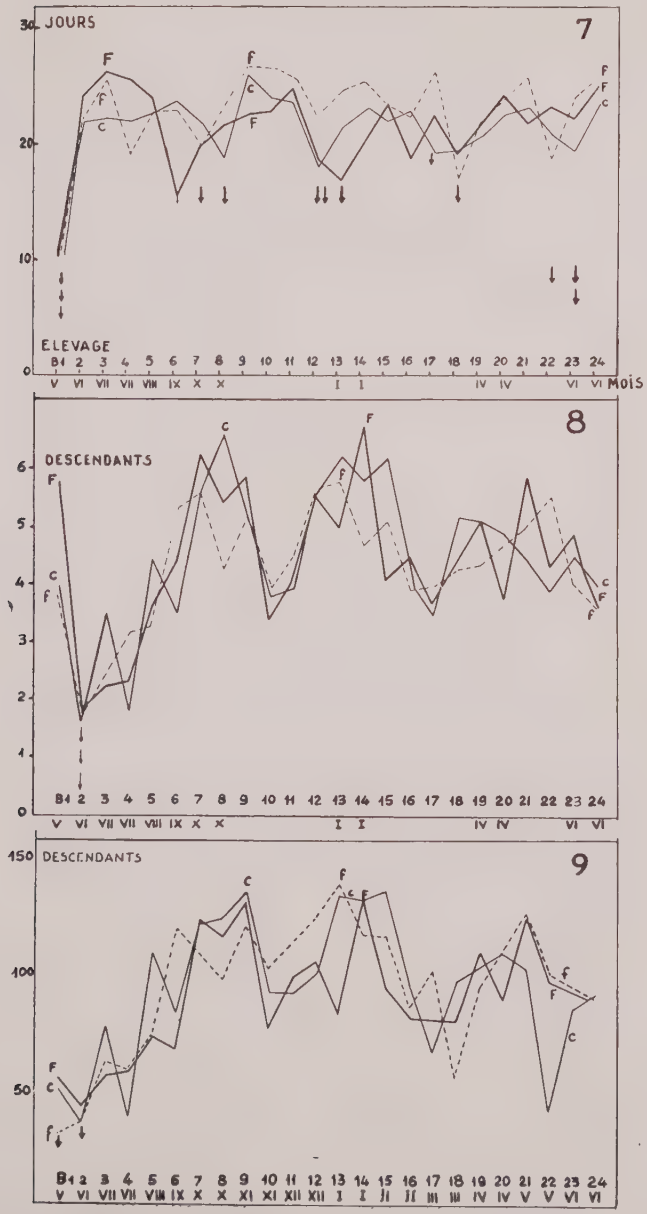
Les trois minima de la fécondité totale *Ft* montrent presque autant d'homogénéité que ceux de la fécondité journalière, mais les trois maxima sont plus groupés; ils sont aussi moins marqués et il serait plus difficile de prétendre qu'au cours de l'année telle ou telle partie de la plante favoriserait plus spécialement la multiplication de la Cochenille.

Légende de la planche

Fig. 7 : Espérance de vie adulte [femelles] en élevage (pages 18 et 20). — En ordonnées le nombre de jours; en abscisses les élevages dans leur succession de mai 1956 à juin 1957.

Fig. 8 : Fécondité journalière en élevage [femelles] (page 18). — En ordonnées le nombre de descendants par jour; en abscisses les élevages dans leur succession.

Fig. 9 : Fécondité totale en élevage [femelles] (page 18). — En ordonnées le nombre de descendants total; en abscisses les élevages dans leur succession. (Courbe *c* : élevage sur couronnes; *f* : sur feuilles; F : fruits).


7
JOURS
30
20
10
0
F
f
c
ELEVAGE
Bt 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
V VI VII VII VIII IX X X I I IV IV VI VI Mois
8
DESCENDANTS
6
5
4
3
2
1
0
Bt 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
V VI VII VII VIII IX X X I I IV IV VI VI
9
DESCENDANTS
150
100
50
Bt 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
V VI VII VII VIII IX X X XI XI XII XII I I II II III III IV IV V V VI VI

Quant aux courbes d'espérance de vie adulte femelle L, elles sont encore moins éloquentes. Dans l'ensemble c'est le fruit qui la fait le plus varier, tout au moins de mai à février; ensuite c'est la feuille (graphique 7).

Il y a un minimum commun en mai (ou début juin, suivant les années, pour les fruits et couronnes), un autre peu net en mars (plutôt début mars pour les couronnes comme chez F*t*), mais deux autres minima s'établissent, l'un plus ou moins hétérogène fin octobre à fin novembre (fruits fin octobre, feuilles début novembre, couronnes fin novembre) et l'autre fin décembre (feuilles et couronnes) début janvier (fruits). De ces deux minima, le premier correspond à un minimum secondaire qui passe plus ou moins inaperçu dans la F*j* (visible sur couronnes, à peine sur fruits) et dans la F*t* (visible sur couronnes), le second à un minimum secondaire début janvier visible sur fruits seulement (F*j* et F*t*).

Le premier de ces minima correspond donc à un phénomène physiologique se produisant en septembre-octobre dans les couronnes surtout puisqu'il y affecte toute la biologie des cochenilles, et assez superficiel sur feuilles et fruits puisqu'il n'y affecte que l'espérance de vie qui est un facteur démographique secondaire, n'affectant pratiquement même pas la place du maximum de ponte dans la courbe de fécondité (*cf.* plus bas). Mais nous ignorons quel est ce phénomène qui ne paraît pas avoir frappé les physiologistes végétaux.

Le second minimum correspond à un autre phénomène, lui aussi non reconnu, se produisant début janvier sur les fruits où il affecte toute la biologie des cochenilles, mais n'intéressant que secondairement (et seulement fin décembre) les feuilles et couronnes puisqu'il n'affecte sur ces substrats que l'espérance de vie sans rien modifier dans la reproduction.

Souhaitons que l'étude physiologique de l'ananas parvienne un jour à un niveau où elle puisse répondre à ces deux questions.

Quant aux maxima de L ils sont assez anarchiques et n'ont pas tant d'intérêt.

Il apparaît donc que sur l'ananas existent des phénomènes physiologiques de deux types :

— Les uns affectent la fécondité totale et journalière; ils semblent mettre en jeu la richesse en sucre des parties végétales;

– Les autres n'affectent que la longévité des cochenilles, nous en ignorons la nature.

Courbe de fécondité.

La fécondité journalière n'est pas constante. D'abord assez faible, elle croît d'abord jusqu'à un maximum qui dure peu puis elle décroît plus ou moins lentement sur une assez longue période, non sans parfois remonter brusquement avant de cesser; la femelle ne meurt pas

aussitôt après, il y a, comme nous l'avons vu, une courte période de sénescence.

Nous avons établi les courbes de fécondité par lots de 5 femelles pour plus de 2 000 individus. Nous avons ensuite regroupé les résultats pour toute l'année, en séparant les élevages faits sur les trois substrats cités.

La courbe la plus typique a été obtenue sur feuilles (courbe *f*). Chaque courbe sur un substrat particulier montre deux paires de maxima; la première paire groupe deux sommets autour du 7e et autour des 10-11e jours : il s'agit là de la ponte normale. Mais il existe la seconde paire de maxima, correspondant à une ponte dite subléthale, ponte induite semble-t-il par la menace de mortalité qui pèse sur une population ou un individu.

La ponte subléthale est parfois malaisée à évaluer; si, lorsque la ponte est pratiquement terminée, elle se relève brusquement, on considérera les descendants comme issus d'une telle ponte et leur nombre caractérisera l'importance de cette ponte. Si, par contre, on observe seulement un léger arrêt ou une faible diminution dans la chute de la fécondité journalière, on ne tiendra pas compte de cette anomalie, bien qu'elle soit certainement un effet de la ponte subléthale.

Il existe une différence fondamentale entre une courbe individuelle de fécondité et ces courbes générales : la courbe individuelle ne présente pas de paires de maxima, mais des maxima isolés : un seul de ponte normale et un seul de ponte subléthale.

La courbe générale sur feuilles montre un maximum de ponte subléthale le 20e jour et un autre le 23e. Sur couronnes et sur fruits les dates sont plus ou moins décalées, comme pour les maxima normaux.

Comme pour les autres maxima, il existe un intervalle de 3 jours environ entre le 1er et le 2e de la même paire, quel que soit le substrat, ce qui indique que la cause de ce phénomène réside ailleurs que dans la plante, nous allons voir où; dans la ponte normale le maximum arrive d'abord sur fruits; ensuite sur couronnes, enfin sur feuilles.

Nous devons donc avoir affaire à un mélange de deux populations ayant des caractéristiques différentes.

Or l'origine de ces deux populations est facile à trouver en cherchant dans le détail des maxima au cours de l'année. Le schéma 11 nous indique pour chacun des trois substrats à quel jour moyen se trouve le maximum de fécondité journalière. On voit aussitôt que l'année se partage en deux époques dont l'une (élevages B5 à B15) correspond pour partie à l'époque que nous appellerons plus loin « démophasique », avec une période de préparation qui commence en août et dure tout septembre et octobre.

Pendant la « démophase » et la période préparatoire, le maximum de ponte est plus tardif, surtout lorsque le substrat est constitué par des feuilles ou mieux encore par des fruits.

De fin février à début mai, le maximum de ponte sur les couronnes est plus tardif que sur les fruits et surtout les feuilles; aux autres moments (démophase exclue) les maxima de ponte sur les trois substrats gardent, dans le temps, à peu près leurs positions respectives, mais avec beaucoup d'avance sur la période de « démophase ».

Si l'on se réfère à la courbe d'espérance de vie de l'adulte femelle, il apparaît que la période de « démophase » et de préparation ont aussi les espérances de vie adulte les plus grandes : ces deux caractères sont liés dans une certaine mesure.

D'une façon générale les cochenilles que nous appellerons « démophasiques » montrent un cycle plus long.

Ce phénomène de dualité des populations de *Dysmicoccus brevipes* n'avait jamais été mis en évidence de cette manière. Il faut remarquer qu'il ne s'agit pas seulement d'une modification saisonnière : pendant la période de « démophase » subsistent des populations à maximum de ponte situé précocement.

Survie des adultes, ponte subléthale et sénescence.

Le graphique 10 montre deux chutes de population brutales, l'une, la moins forte, va du 22e au 24e jour, l'autre, plus forte, du 28e au 31e. La première chute est celle qui est comprise entre les deux maxima de ponte subléthale qui ont été indiqués au paragraphe précédent. Quant à la seconde, elle correspond à la cessation de la ponte, c'est-à-dire à l'établissement de l'état de sénescence.

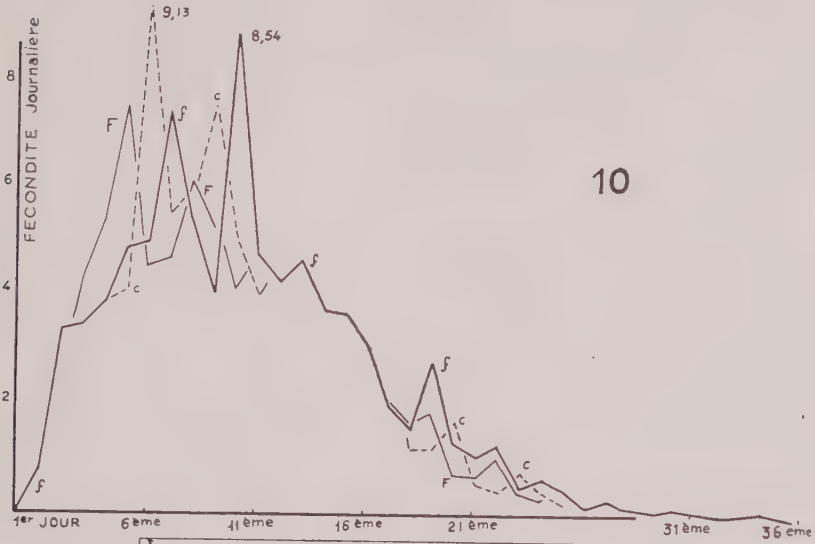
Ceci signifie que 60 % environ des femelles survivantes ayant fini de pondre sur feuilles et sur couronnes meurent au moment de leur dernière ponte tandis que dans le même intervalle c'est le sort de 50 % sur fruits. Cette différence sensible provient sans doute des plus grandes facilités que le fruit offre à la Cochenille pour se nourrir (nous l'avons déjà signalé plus haut à propos du début et de la fin de la courbe de survie).

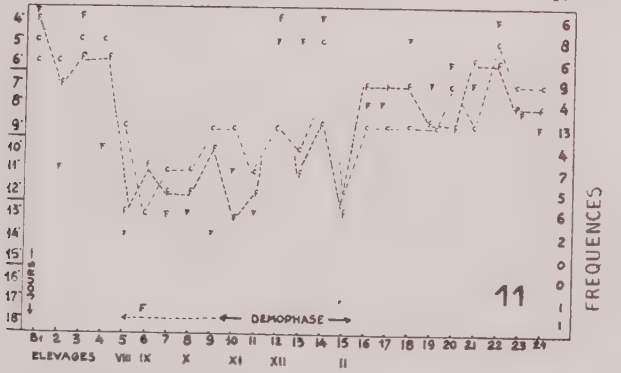
Légende de la planche

Fig. 10 : Courbe de fécondité en élevage (page 22). — *c :* sur couronnes; *f :* sur feuilles; F : sur fruits.

Fig. 11 : Jour moyen du maximum de fécondité journalière (page 21). — *c :* sur couronnes; *f :* sur feuilles; F : sur fruits. On remarquera (flèche et tirets) la période préparatoire à la démophase. A la place de l'axe des ordonnées à droite la fréquence des cas observés pour chaque jour possible.

Fig. 12 : Cas de ponte subléthale observés en élevage (pages 24 et 72). — En haut les totaux par élevage; à droite les totaux par substrat végétal, et le total général. Les fractions indiquent au numérateur le nombre d'individus issus de ponte subléthale et au dénominateur le nombre total; en caractères gras en dessous le pourcentage d'individus issus de ponte subléthale.





12

	1047 = 80% du total	1%	6%	34%	TOTAL GENERAL
TOTAL	190/645 172/984 33/237 652/897 — 29 17 14 73	19/734 — 3	106/832 — 13	590/711 — 83	1 762/5 030 (35)
DETAIL					par SUBSTRAT
FRUIT	151/226 50/311 — 66 16	140/280 — 50	19/734 — 3	106/832 — 13	466/2 384 (20) 26% du total
FEUILLE	57/333 — 17				57/333 (17) 3% du total
COURONNE	39/419 65/340 — 9 19	33 312/237 616 — 14 83		590/711 — 83	1 239/2 313 (54) 70% du total

→ n° des élevages 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Si, en ce qui concerne la sénescence, on relève le nombre de femelles survivant le 30e jour (moyenne entre le 28e et le 31e), on a un total de 300. Or on en a contrôlé 232 : ces chiffres sont voisins. Le critère du 30e jour (que nous avons utilisé plus haut) paraît donc assez juste, vu le nombre de cas observés signalé au paragraphe « sénescence et durée de ponte ».

Ponte subléthale.

Il est difficile de suivre la ponte subléthale dans les cas très nombreux où, le jour du comptage, on ne trouve pas un nombre de petits égal ou supérieur à celui des observations précédentes, lorsqu'on a passé le maximum de ponte. Ainsi sur 72 cas on n'a pu observer la ponte subléthale que dans 11 cas, parce qu'elle était particulièrement importante. C'est d'ailleurs ce qui nous intéresse.

Ces cas ne sont pas répartis de façon quelconque : un seul concerne un élevage sur feuilles, les autres sont partagés de façon égale entre les couronnes et les fruits. Dans le premier cas on observe 3 % du total, dans le deuxième 26 % (fruits), dans le troisième 70 % (couronnes). Il y a donc une très forte influence du substrat végétal; c'est même le caractère qui en subit le plus l'action, et de beaucoup (graphique 12).

On a donc à redouter — dans la mesure où nous verrons qu'elle peut être redoutable — la ponte subléthale surtout quand les populations occupent les couronnes. Si, au moment où elle doit se produire, il n'y a ni fruits, ni couronnes, le danger est pratiquement écarté.

Or ce danger ne serait pas négligeable. Si, sur feuilles, le niveau de la ponte subléthale n'atteint que 17 % du niveau du maximum normal, il dépasse cette valeur (20 %) avec des pointes à 50 % et 66 % sur les fruits et il est beaucoup plus élevé encore sur couronnes (54 % de moyenne) avec des pointes fréquentes à 83 % du niveau normal ! Il importe en outre de noter que ce phénomène, observé au laboratoire, y est moins important qu'à l'extérieur (*cf.* à propos de l'écologie).

Nous reviendrons sur les époques où se produit ce phénomène.

Causes des variations dues au substrat végétal.

Si les variations dans le temps sont réputées de nature écologique, nous en avons extrait cependant celles qui se font sentir par l'intermédiaire du végétal; reste à en entrevoir le mécanisme.

Nous avons été amené à étudier la fécondité totale en fonction du taux d'extrait sec (c'est-à-dire principalement de sucres et secondairement d'acide tartrique) des substrats utilisés dans les élevages, feuilles et couronnes; pour les fruits nos mesures nous ont semblé insuffisamment nombreuses.

Les mesures ont été faites avec deux réfractomètres O.P.L., l'un à lecture directe d'indice, l'autre à contraste (eau et liquide à étudier).

Le graphique 13 montre que la fécondité totale F*t* suit assez nettement le taux en extrait (sucre surtout) dans les feuilles et les couronnes. La corrélation n'est cependant que partielle, les facteurs climatologiques intervenant fortement.

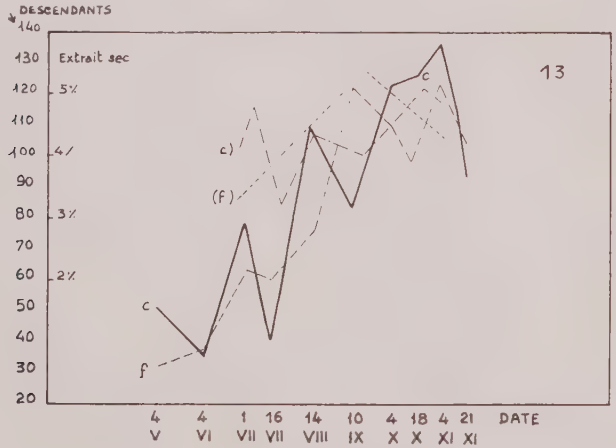


Fig. 13 : Variation des caractères biologiques dues au substrat végétal (page 24). — En ordonnées la fécondité totale d'une part et le pourcentage d'extrait sec du substrat considéré; *c :* sur couronnes; *f :* sur feuilles. Fécondité totale : courbes *c* et *f ;* pourcentage d'extrait sec : courbes (*c*) et (*f*).

Pour les fruits, nous avons essayé de comprendre comment les cochenilles s'y localisent (fig. 14, p. 29).

Mais la question est complexe car il intervient au moins trois facteurs principaux : la teneur principalement en sucre du jus (et peut-être de la pulpe) dans la partie considérée, la position du fruit par rapport à l'ensoleillement et le choix d'un emplacement par la Fourmi qui installe la colonie de cochenilles.

Au réfractomètre nous avons constaté - comme on le sait déjà – que la teneur en sucre est plus élevée du côté moins mûr et d'autre part c'est cette position que les cochenilles préfèrent. Certaines fourmis, en construisant leur abri de terre surtout à la base du fruit peuvent modifier l'ambiance du côté mûr, mais d'autre part il semble qu'elles établissent plutôt la colonie à un endroit où elle puisse subsister plus longtemps sans transport, et c'est précisément le côté le moins insolé (*cf.* schéma du 4 VII).

L'intervention d'un quatrième facteur enfin tendrait à prouver que les cochenilles ne sont sensibles qu'aux qualités du jus, ce qui paraît assez normal puisque leur rostre ne pénètre pas très profondément, c'est ce fait que le jus est plus riche en sucre que la pulpe en bas du fruit et non en haut : or les cochenilles sont installées d'abord en bas (même schéma).

Cependant il faut aussi reconnaître que dans le bas du fruit juste à l'aisselle de l'involucre les cochenilles sont particulièrement bien protégées du soleil.

Il paraît bien difficile de faire le départ entre toutes ces influences qui d'ailleurs s'exercent pratiquement toutes dans le même sens.

Chapitre III

Observations à l'extérieur et comparaison des caractères étudiés au laboratoire et à l'extérieur

Pour faire les observations à l'extérieur nous avons établi à la presqu'île d'Adiopodoumé une série de 104 carrés de 25 pieds d'ananas plantés à dates échelonnées de 15 jours en 15 jours à raison de 4 à la fois (100 pieds). Le plan est donné à la fin de cette étude à propos de la lutte contre la Cochenille (graphique 48, p. 93).

Ces carrés ont été contaminés artificiellement à l'aide de 5 cochenilles femelles adultes par pied à quatre dates séparées par 15 jours : à savoir à 3 mois, 3 mois et demi, 4 mois et 4 mois et demi. Enfin pour chacun des 4 éléments, 3 des 5 lignes de 5 pieds ont donné lieu à 3 comptages distants de 15 jours, 2 mois et demi, 3 mois et 3 mois et demi après la contamination. Une 4^{e} ligne a été hormonée dans le dessein de suivre l'évolution de la plante, et une 5^{e} a été laissée sans traitement particulier, au cas où il serait nécessaire d'y recourir pour une raison quelconque (ligne de remplacement).

Les cochenilles, pour la contamination artificielle, étaient prélevées la veille de leur utilisation, conservées dans un verre sur un substrat massif (fruit) et placées à l'aisselle des feuilles, sur laquelle on déposait un paquet de fibre de bois pour éviter que le vent ou la pluie ne les atteigne. Pratiquement toutes les contaminations ont réussi.

Interprétation démographique des comptages en champ.

Dans les comptages en champ, nous avons relevé le nombre d'individus aux quatre stades sur chaque pied contaminé pris à chacune des trois dates prévues. Ce nombre a été relevé séparément sur

les parties aériennes et sur les racines. Le comptage sur les racines n'a pour nous qu'un intérêt secondaire. Il est destiné à mettre en évidence les époques où l'on trouve des cochenilles dans le sol.

Par contre les comptages sur les parties aériennes qui subissent de façon élective les conditions atmosphériques sans intervention d'une protection intermédiaire (ou avec une protection d'ordre mécanique essentiellement), nous permettent de tirer des conclusions sur l'écologie de cet insecte et de calculer la valeur des caractères démographiques : fécondité totale, fécondité journalière, taux de multiplication.

Toutefois ces caractères ne sont pas calculés immédiatement de façon absolue, mais relative, car au départ il est évident qu'une certaine portion des néonates sont frappés de mort avant que le comptage ait lieu. On n'aura donc par un premier calcul que les mortalités et fécondités apparentes. C'est seulement par la suite qu'on tâchera de ramener ces valeurs à leur taux réel, en utilisant la comparaison avec les élevages au laboratoire.

D'autre part, nous faisons d'abord les calculs en supposant n'avoir affaire qu'aux femelles (sexuées ou parthénogénétiques), ce qu'on sait être faux, mais permet de tirer des conclusions sur des valeurs relatives sans compliquer outre mesure les calculs. Il est évident que, par rapport aux pucerons parthénogénétiques sur lesquels nous avons fait une étude analogue, le cas de la cochenille est d'un degré plus complexe.

Mortalité apparente.

Pour calculer la mortalité apparente (rapport du nombre d'adultes au nombre des stades I qui les ont produits), nous avons fait une autre approximation en supposant que le nombre d'adultes comptés sort d'un nombre de stades I environ égal à celui qui existe sur le pied d'ananas au moment du comptage. Comme les valeurs obtenues dans les trois comptages diffèrent beaucoup moins entre elles qu'en général les valeurs sur des pieds traités identiquement à la même date, nous avons estimé possible de considérer le chiffre obtenu comme significatif de l'état de la population. En outre la durée de la génération (un mois et demi environ) ne dépasse pas beaucoup l'écartement entre les trois comptages. Enfin on verra plus loin que le choix des dates de comptages a été fait de telle manière que l'on englobe le passage de la population à son maximum, et que ce maximum ne diffère pas de façon considérable des niveaux observés avant et après lui.

Les trois comptages faits sur des pieds contaminés à la même date ont été groupés pour fournir une moyenne.

Nous mettons en garde le lecteur contre l'utilisation de ce taux de mortalité dans un calcul quelconque. En effet ce taux est apparent,

c'est-à-dire qu'une diminution de la fécondité donne les mêmes résultats qu'une diminution de la mortalité : le nombre relatif des adultes est plus élevé. On doit utiliser ce taux dans un contexte soit de temps, soit d'autres caractères. Ce n'est que plus tard qu'on pourra départager les deux phénomènes originaux.

La mortalité moyenne est de 93 %. Pour le puceron de l'arachide elle était de 86 % dans les lignées « eugoniques ». Ces données sont donc du même ordre de grandeur.

Taux de multiplication net.

Nous avons établi une abaque (15) qui nous permet de trouver, par un moyen graphique, quel est le taux de multiplication de la population considérée en fonction de la date du comptage (1er comptage 75 jours après la contamination, 2e et 3e à intervalles de 15 jours), et en fonction du nombre d'adultes femelles trouvés sur chaque pied, étant donné que 5 adultes ont été posés sur chacun au moment de la contamination.

Nous avons pris pour base minima du cycle 48 jours (durée de ponte à ponte). Le dernier comptage correspond à l'apparition de la 3e génération.

Les comptages en champ nous fournissent ce nombre d'adultes. Nous savons donc automatiquement le taux de multiplication, en fonction des conditions écologiques.

Les trois comptages ont été utilisés pour obtenir une moyenne.

Dans le tableau 2, nous avons calculé le taux de multiplication par mois des populations produites jusqu'à 5 générations pour une seule femelle, et pour 5 femelles.

Fécondité totale apparente.

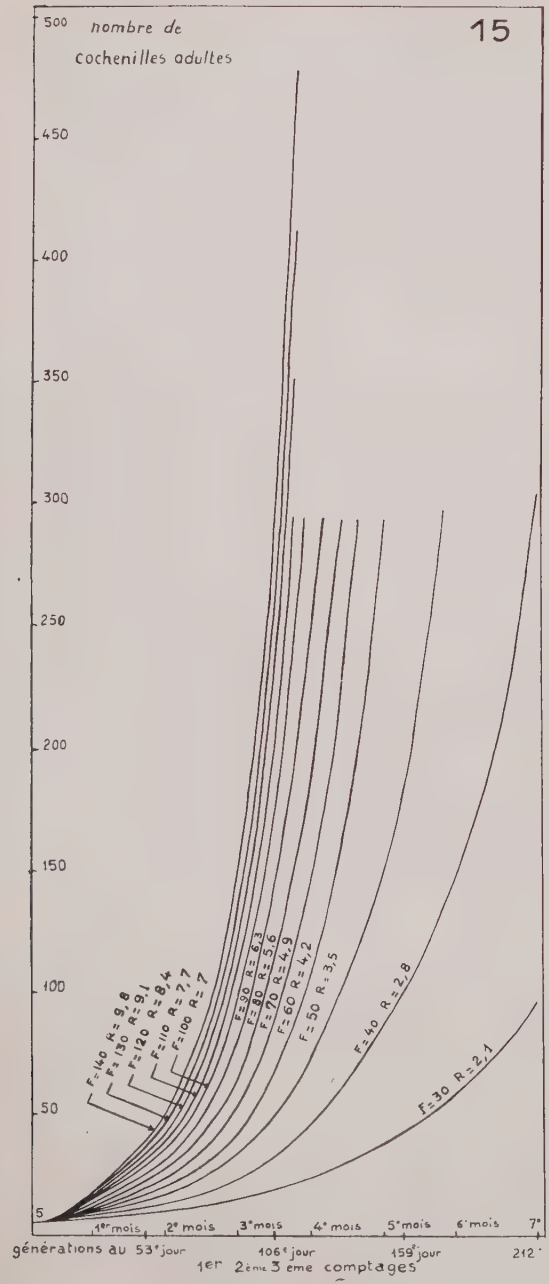
Le taux de multiplication étant une valeur absolue et la mortalité un taux apparent, la fécondité totale est aussi un taux appa-

---

Légende de la planche

Fig. 14 : Variation d'extrait sec dans le fruit d'ananas le 4 juillet 1957 (page 25). — En haut : dans le jus ; au milieu : dans la pulpe ; en bas différence jus-pulpe. Sur les deux premiers dessins, sur chaque sixième de tranche, un signe + et un signe − indiquent la position du maximum et du minimum d'extrait sec, après la valeur de celui-ci ; sur le troisième dessin le sens de la différence précède la valeur de celle-ci.

Fig. 15 : Abaque de calcul du taux de multiplication à l'extérieur (page 28). — Cette abaque est calculée pour un cycle de 48 jours + 5 jours de ponte avant le maximum de fécondité, 5 femelles au départ (conditions de notre contamination artificielle) et 93 % de mortalité. En ordonnées le nombre de cochenilles adultes. En abscisses les jours et la position des comptages dans le temps. R : taux de multiplication ; F : fécondité totale.


15
nombre de
cochenilles adultes
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
5
F=140 R=9,8
F=130 R=9,1
F=120 R=8,4
F=110 R=7,7
F=100 R=7
F=90 R=6,3
F=80 R=5,6
F=70 R=4,9
F=60 R=4,2
F=50 R=3,5
F=40 R=2,8
F=30 R=2,1
1er mois
2e mois
3e mois
4e mois
5e mois
6e mois
7e
générations au 53e jour
106e jour
159e jour
212e
1er 2ème 3ème comptages

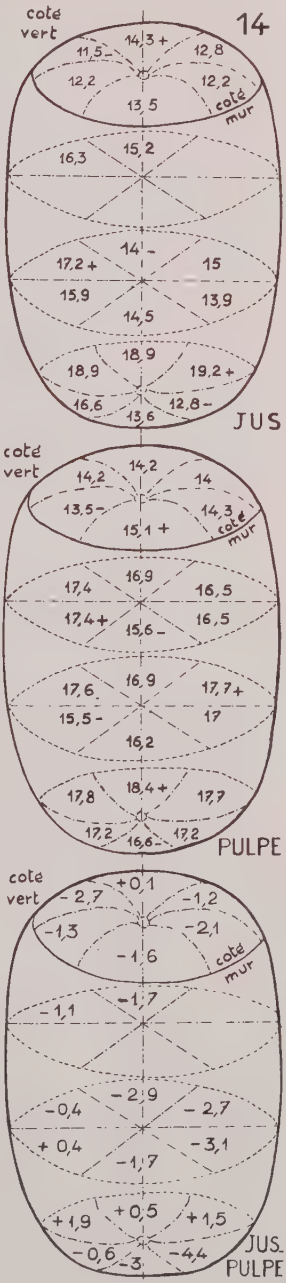

14
coté vert
coté mur
JUS
PULPE
JUS PULPE

TABLEAU II

Taux de multiplication par génération et par mois

Taux par génération	Fécondité totale pour 5 femelles	Descendants vivant à la 2e génér.	3e génér.	4e génér.	5e génér.	Taux par mois
2,1	30 × 5 = 150	10,5	22	46	97	1,53
2,8	40 — 200	14	39	110	307	1,75
3,5	50 — 250	17,5	61	214	750	2,04
4,2	60 — 300	21	88	370	1 556	2,28
4,9	70 — 350	24,5	120	588	2 882	2,49
5,6	80 — 400	28	157	878	4 917	2,69
6,3	90 — 450	31,5	198	1 250	7 877	2,86
7,0	100 — 500	35	245	1 715	12 005	2,98
7,7	110 — 550	38,5	296	2 282	17 577	3,19
8,4	120 — 600	42	353	2 964	24 894	3,37
9,1	130 — 650	45,5	414	3 768	34 287	3,53
9,8	140 — 700	49	480	4 706	46 118	3,69

LÉGENDE. — Comme on a réalisé les contaminations avec 5 femelles au départ le nombre de descendants à chaque génération, avec une mortalité moyenne de 93 %, est donné pour la descendance de 5 femelles. Ce nombre de femelles est nécessaire et suffisant pour obtenir en général l'apparition du wilt (page 28 et *fig.* 15).

rent; les mêmes résultats peuvent provenir aussi bien d'une augmentation de la mortalité que d'une augmentation de la fécondité : le nombre des jeunes stades croît. Ce n'est qu'ultérieurement qu'on établira des valeurs approchant des valeurs absolues et qu'on départagera les facteurs ayant pu intervenir. Une simple remarque nous mettra sur la voie : s'il y a augmentation de la mortalité et non de la fécondité réelle, à la génération suivante la population a forcément décru.

Les trois comptages ont été utilisés pour établir une moyenne.

En prenant comme départ une mortalité de 93 %, nous avons établi un tableau 3 indiquant pour les taux de multiplication par génération de 2,1 à 9,8, ou par mois de 1,5 à 3,7 environ, les valeurs de la fécondité apparente.

Nous avons constaté en reportant sur ce tableau la position des points figuratifs des comptages que ces points sont à peu près tous situés dans une zone crescentiforme partant de 96-97 % de mortalité et 2,1 de taux de multiplication, et aboutissant à 80-84 % de mortalité et 9,5 de taux de multiplication. La fécondité le long de cette zone passe de 36-38 à 10-50 en traversant un optimum accusant près de 100 individus par femelle, ce qui correspond à nos élevages et semble indiquer que dans la nature la fécondité n'est pas très supérieure à celle qu'on observe artificiellement.

Le tableau 3 montre que les cas de formule démographique normale, ceux de démophase et ceux de démostase (voir plus loin), sont bien séparés; en outre, si l'on examine le tableau, on constate qu'il existe

Tableau III

Variation de la fécondité totale apparente avec la mortalité apparente

TAUX DE MULTIPLICATION → MORTALITÉ % → TABLEAU N° 3

PAR MOIS	PAR GÉNÉRATION	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	<80
	1	18,4	17,7	**17,1**	16,4	15,7	15,0	**14,3**	13,2	12,2	**11,2**	10,2	9,1	8,1	7,1	6,0	5,0	4,0	3,2	2,2	1,1	↑ DÉMOSTASE
	1,4	27	25,8	**24,7**	23,5	22,4	21,2	20	18,7	17,3	15,8	14,4	12,9	11,4	10	8,5	7,1	5,7	4,4	3,0	1,5	
1,53	2,1	42	40	**38**	**36**	**34**	**32**	30	27,9	25,8	23,6	21,5	19,3	17,2	15	12,8	10,7	8,6	6,5	4,4	2,2	
1,75	2,8	57	54,2	51,3	**48,5**	**45,6**	**42,8**	40	37,1	34,3	31,4	28,6	25,7	22,9	20	17,1	14,3	11,5	8,6	5,8	2,9	
2,04	3,5	72	68,3	64,4	60,8	**57,4**	**53,7**	**50**	46,4	42,8	39,3	35,7	32,2	28,6	25	21,4	17,8	14,3	10,7	7,2	3,6	
2,28	4,2	86	81,7	77,4	73,0	**68,6**	**64,3**	60	**55,7**	51,4	47,1	42,9	38,6	34,3	30	25,7	21,4	17,2	12,9	8,6	4,3	
2,49	4,9	100	95	90	85	80	**75**	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	
2,69	5,6	114	*108,3*	*102,6*	*97,1*	**91,4**	85,7	80	74,3	68,6	62,9	57,1	51,4	45,7	40	34,2	28,5	22,8	17,1	11,4	5,7	
2,86	6,3	128	121,7	115,4	109,0	102,6	96,3	90	83,6	77,2	70,7	64,3	57,8	51,4	45	38,6	32,1	25,7	19,2	12,8	6,4	
2,98	7	142	135	128,0	*121,0*	114	107	100	92,8	85,7	78,5	71,4	64,3	57,2	50	43,8	35,7	28,5	21,4	14,2	7,1	
3,19	7,7	157	149,2	141,3	133,5	125,6	117,8	110	102,1	94,2	86,4	78,6	70,8	62,9	55	47,1	39,3	31,5	23,6	15,8	7,9	
3,37	8,4	172	163,3	154,6	146,0	137,4	128,7	120	111,4	[illegible]	94,3	85,7	77,2	68,6	60	51,4	42,9	34,3	25,8	17,2	8,6	
3,53	9,1	186	176,7	167,4	158	148,8	139,3	130	120,7	111,4	102,1	92,9	83,6	74,3	65	55,7	46,4	37,2	27,9	18,6	9,3	
3,69	9,8	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	

DÉMO-PHASE

FORMULE DÉMO-NORMALE

DÉMOSTASE

Les chiffres en caractères gras ou (et) en italique indiquent les positions les plus fréquentes des valeurs obtenues dans les comptages. On remarquera les positions séparées des cas de formules démographique normale, de démophase et de démostase (chiffres soulignés) ainsi que la rupture de l'ensemble démophasique sur l'axe (80 % 1 - 93 % 9,8). La démostase se poursuit pour les valeurs de mortalité apparente inférieure à 80 % en dehors du tableau. Nous rappelons que pour la démophase et la démostase les valeurs de la fécondité et de la mortalité ne sont représentées ici qu'*à un facteur près* (page 30).

une ligne de fécondité maximale traversant les cases depuis 80 % de mortalité avec taux de multiplication 1, jusqu'à 93 % de mortalité avec taux de multiplication 9,8. Les valeurs de la fécondité se répartissent de part et d'autre de cet axe de façon symétrique, mais la chute de ces valeurs est plus rapide du côté des taux élevés avec mortalités faibles, que du côté des taux faibles avec mortalités élevées. Il est remarquable que les valeurs correspondant aux cas de démophase sont les seules à se répartir aussi de part et d'autre de cet axe sans toutefois qu'aucune n'apparaisse ici très proche de lui, ou sur lui : cet axe pourrait être considéré comme une asymptote du phénomène de démophase. Il semble que, si l'on tombait sur des conditions idéales pour son développement, on obtiendrait des valeurs très rapprochées de cet axe; si au lieu de faire des moyennes sur 5 pieds, nous

avions considéré les cas isolés, nous aurions probablement obtenu de telles valeurs.

Mais, si nous nous reportons au taux de multiplication par mois dans cette région optimale, nous constatons qu'il est réduit de 7 à 3 ! Ce taux est très insuffisant pour expliquer les grandes invasions que l'on constate. Au risque d'anticiper sur la suite, nous indiquerons simplement que les fourmis rompent cet équilibre en prélevant des cochenilles dans les populations qui ont acquis leur stabilité, stabilité qui est prouvée par le fait qu'en général, par suite de facteurs disopérationnels, les populations passent par un maximum vers 3 mois d'existence.

Intérêt des comptages « Cp » et « Or »; relations entre eux.

Nous avons fait trois comptages successifs dans chaque ensemble de populations (tableau G) (*). Or il nous est possible de grouper ces résultats de deux façons.

1° Nous groupons les comptages par date et nous pouvons alors juger exactement des populations présentes à ce moment, quelle que soit leur position dans une génération et quelle que soit l'ancienneté de la population. Nous appelons ce système de groupement le système « Cp » (tableau IV).

Ces données ont une valeur écologique indéniable, mais elles ne tiennent pas compte de l'état démographique dans lequel se trouvent les populations, puisque des populations à toute sorte de stades de développement sont groupées ensemble.

2° Ceci nous a conduit à rattacher à leur date d'origine (cette date nous est connue puisque nous avons pratiqué la contamination nous-même), toutes les populations comptées dans les mêmes conditions successives, à leurs 1er, 2e, 3e comptages. Nous obtenons ainsi une moyenne sur un nombre comparable à celui que fournit le système Cp, mais nous avons en vue les possibilités totales de développement d'une population d'origine datée (tableau V, système Or). Nous avons toutefois pris pour origine le 1er comptage qui correspond à une différenciation précise de la population. En effet le délai de 75 jours correspond au milieu de la 2e génération de descendants. Or nous avons déjà signalé dans un travail antérieur que, soit en élevage au laboratoire soit en contamination artificielle, il y avait au début des pertes et une adaptation progressive qui obligent à attendre avant d'avoir des résultats valables. Nous avons donc laissé s'écouler un certain délai avant de fixer l'origine de la population. D'autre part nous avons misé juste en ce qui concerne les dates de comptage. En effet, comme nous l'avons déjà dit les tableaux montrent que c'est au 2e comptage que la population, étant la plus forte, est la plus différenciée et la

(*) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

TABLEAU IV

Niveau des populations corrigé, série Cp

Date	Premier comptage	Deuxième comptage	Troisième comptage	Total
10 X	43 773	....	....	43 773
25 X	34 749	8 232	....	42 981
10 XI	21 378	37 796	4 396	63 370
25 XI	1 526	107 950	44 832	144 308
10 XII	20 781	48 300	84 810	153 891
25 XII	43 275	26 177	59 880	129 332
10 I	13 828	114 485	66 731	195 044
25 I	10 931	25 095	50 253	86 379
10 II	14 140	48 373	16 225	78 738
25 II	16 382	15 850	19 638	51 870
10 III	7 200	19 249	29 275	55 724
25 III	4 197	7 711	5 140	17 048
10 IV	3 357	14 113	17 403	34 873
25 IV	17 878	12 810	7 183	37 871
10 V	18 836	23 081	20 273	62 190
25 V	24 853	22 357	31 145	78 355
10 VI	23 151	16 127	24 295	63 573
25 VI	28 080	22 745	25 505	76 330
10 VII	16 853	28 092	17 735	52 679
25 VII	19 109	21 776	18 825	59 710
		env. 21 000	env. 9 850	env. 30 850
			env. 5 600	env. 5 600
Total :				environ 1 564 000

LÉGENDE. — Dans le système de comptage Cp, on réunit les résultats des comptages faits à la même date dans des éléments expérimentaux différents de façon à obtenir une valeur caractéristique de la date du comptage, dans laquelle sont incluses des populations à des degrés de développement différent. La correction comporte une multiplication des valeurs obtenues sur des comptages partiels pour obtenir des nombres comparables à celles qu'on obtient sur un nombre complet d'éléments (page 32).

plus significative. C'est souvent à partir de cette date que les facteurs disopérationnels commencent à dépasser en influence les facteurs favorables à l'accroissement démographique.

Nous entendons par facteurs disopérationnels, tous les facteurs susceptibles d'entraver la multiplication normale d'une population ou le développement normal des individus, et tirant leur origine de l'existence même de la population. Inversement, nous entendons par facteurs coopérationnels, tous les facteurs susceptibles de favoriser la multiplication d'une population ou le développement des individus, et tirant leur origine de l'existence même de la population.

TABLEAU V

Niveau des populations corrigé, série Or

Date	Premier comptage	Deuxième comptage	Troisième comptage	Total
10 X	43 773	8 232	4 396	56 401
25	23 166	37 796	44 832	117 377
10 XI	21 378	107 950	84 810	214 138
25	1 526	48 300	59 880	109 706
10 XII	20 781	26 177	66 731	113 689
25	43 275	114 485	50 253	208 013
10 I	13 828	25 095	16 225	55 148
25	10 931	48 373	19 638	78 942
10 II	14 140	15 850	29 275	59 265
25	16 382	19 249	5 140	40 771
10 III	7 200	7 741	17 403	32 314
25 III	4 197	14 113	7 183	25 493
10 IV	3 357	12 810	20 273	62 190
25 IV	17 878	23 081	31 145	72 104
10 V	18 836	22 357	24 295	65 488
25 V	24 853	16 127	25 505	66 485
10 VI	23 151	22 745	17 735	63 631
25 VI	28 080	28 092	18 825	74 996
10 VII	16 853	21 776	env. 9 850	env. 48 500
25 VII	19 109	env. 21 000	env. 5 600	env. 45 700
Total :	env. 384 300	env. 642 300	env. 559 000	

LÉGENDE. — Dans le système de comptages Or on groupe ensemble à une date d'origine (ou l'occurrence la date du premier comptage), les résultats obtenus dans les différents comptages successifs opérés sur une même population ou des populations qui se sont développées dans des conditions aussi semblables que possible. On a donc un résultat qui résume le total des virtualités contenues dans la population d'origine. Au lieu de découper une tranche dans le temps, on saisit la population dans l'enfilade de sa durée entre deux dates données dont la première sert d'origine. Les corrections sont du même type que dans le tableau XI (page 32).

DURÉE DU CYCLE ET DES STADES EN LABORATOIRE ET A L'EXTÉRIEUR.

Les élevages B 1 et B 3 ont montré que de ponte à ponte la durée du cycle variait de 45 à 51 jours.

Comme le maximum de fécondité se situe entre le 6e et le 11e jour, avec prédominance vers le 9e jour, on peut admettre qu'une génération moyenne demande 57 jours. Mais, sauf en période de « démophase » le maximum étant plus rapproché, on prendra pour durée significative 53 jours, ce qui facilitera les calculs, la 5e génération se terminant avec le 7e mois.

Ces résultats ont été obtenus au laboratoire, mais il est possible de se donner une idée de ce qui se passe à l'extérieur, tout au moins

Tableau VI

Anomalies de survie, série Cp

Stade II			Stade adulte ♀		
Date	Élément	Nombre	Date	Élément	Nombre
26 X	7 A1	1 847/1 843	8 XI	8 A4	79/54
27 XI	4 A1	28/23	8 XII	12 A4	269/240
			11	1 A1	240/209
			12	3 A1	33/20
12 XII	10 A1	489/478	26	3 A2	152/108
			29	2 A1	321/310
			5 I	3 A4	323/265
			7 II	18 A4	152/154
			23	15 A4	346/338
			18 III	6 C1	33/31
			18	10 C1	16/5
			16	5 C2	32/16
			31	11 C1	34/29
			17	20 C2	149/65
			21	2 C4	49/16
31 III	17 D1	15/0	5 IV	6 C4	77 /74
31	11 C1	219/167	8	10 C4	5/0
31	17 C1	411/141	8	7 C2	73/65
27	6 C2	414/407	10	17 D2	9/1
25	10 C2	23/13	10	8 C1	27/21
25	5 C4	313/0			
21	19 C4	1 684/1 428			
21	24 C4	236/38			
5 IV	3 C4	5 830/5 732	27	1 B1	64/28
8	10 C4	7/6	25	15 C1	302/188
10	17 D2	13/9	27	19 D1	70/60
12	12 C1	1 324/1 132	28	22 D1	118/103
12	18 D1	25/0	13	12 C2	97/90
12	21 D1	53/2	19	4 C4	62/55
19	16 C4	940/545	19	7 C4	28/19
23	17 D4	841/735	19	11 C4	46/19
			23	17 D4	53/30
9 V	21 D4	526/388	21 V	22 D4	27/13
25	24 D1	12/0 (*)	13 VI	14 D1	224/195
24 VII	24 D4	2 233/2 162			

Légende. — Le premier nombre indiqué dans la colonne « nombre » se rapporte au stade considéré, le second au stade précédent qu'il suit mais dont il ne descend évidemment pas.

La correspondance entre stades II et stades adultes sur une même ligne fait ressortir la durée qui s'est écoulée entre le passage de la vague de population de l'un à l'autre de ces stades. Les éléments sont ceux de l'expérimentation à la presqu'île d'Adiopodoumé (page 34).

(*) Nous avons une mention d'anomalie au stade III à la date du 25 mai : Élément 24 D 1, nombre : 14/12.

pour les stades II, III et adulte. En effet, nous avons relevé l'existence d'anomalies de survie, le pourcentage d'individus d'un certain stade étant plus élevé que celui du stade précédent. Ainsi, au cours d'une génération, une vague plus importante d'une partie de la population se déplace avec le temps vers les stades plus évolués. Le tableau VI fournit ces données de base.

Il devient évident que ces anomalies commencent au moment où démarrent les grandes invasions, ce qui est normal puisque la nouvelle population tranche sur la population résiduelle. Les dates sont (pour le stade II) : le 25 octobre, le 25 mars, le 25 juillet, ce qui, pour les stades I, fait débuter les périodes au 10 octobre, 10 mars et 10 juillet. Ce dernier démarrage, toutefois, est sans avenir.

L'aboutissement est moins net en saison sèche où une série de petites vagues d'adultes s'échelonnent du 10 novembre au 25 mars, mais il y a un creux net après le 10 janvier, ce qui indique que la vague principale est parvenue en fin de course.

La 2e grande vague est la plus nette; elle s'arrête vers le 10 juin. C'est seulement à ce moment-là qu'on voit passer la vague de stades III car une bonne partie des cochenilles s'arrêtent à ce stade et ne vont pas plus loin. En temps habituel, les stades III passent peu aperçus, car ils sont voisins du stade adulte, variables et très transitoires.

Pour les durées entre stade II et stade adulte femelle, nous obtenons pour la 2e vague, la plus nette, environ du 20 mars au 10 juin, mais la grosse partie s'arrête vers le 25 avril. Dans ces conditions, que l'on s'appuie dans les calculs sur la 1re ou la 2e vague, l'intervalle qui sépare le stade II du stade IV est de 15 jours environ soit par exemple du 25 mars au 10 avril, ou du 10 avril au 25 avril.

Cette durée qui peut être considérée comme la somme des stades II et III est plus courte que celle observée en élevage; le stade I ne dépassant guère 25 jours, le total ne serait guère que de 40 jours jusqu'au stade adulte. Il paraît donc certain que dans la nature le cycle est plus court qu'au laboratoire dans une population d'ensemble et que les générations se succèdent un peu plus vite.

Nous pensons que la différence provient de la nutrition : au laboratoire, la photosynthèse est forcément très réduite dans les feuilles qui, malgré leur épaisseur, s'appauvrissent en substances nutritives. Peut-être s'y ajoute-t-il également une influence directe de l'ensoleillement.

L'intervention des fourmis est hors de cause pour le moment, l'expérimentation ayant été faite en l'absence totale de ces insectes.

Comparaison des fécondités au laboratoire et a l'extérieur.

Les causes des différences de fécondité observées au laboratoire et à l'extérieur sont multiples :

1. A l'extérieur manque une partie des stades I qui sont morts avant d'avoir pu être comptés.

2. A l'extérieur se fait sentir une compétition qui ne peut exister dans les élevages au laboratoire, portant sur la descendance de 5 femelles seulement alors qu'on peut avoir dans la nature jusqu'à 30 000 insectes sur un seul pied, répartis il est vrai, sur une surface plus grande.

3. A l'extérieur cette compétition varie avec les époques.

4. La nutrition étant certainement meilleure à l'extérieur, la fécondité doit en être augmentée.

5. L'insolation joue probablement un rôle particulier par l'intermédiaire du comportement. Les cochenilles en général supportent mal le soleil. Nous avons vu de même une action directe stérilisante du soleil sur les femelles du puceron de l'arachide.

6. La présence et l'action des fourmis dans les conditions naturelles (et non dans nos champs expérimentaux) doit accroître l'avidité et aussi la fécondité des cochenilles.

Tableau VII

Caractéristiques des populations artificielles aux dates principales

Dates	Mortalité apparente moyenne	Taux de multiplication moyen	Fécondité apparente	Fécondité en élevage	% de chute de fécondité
					en 1957
11 X	96	3,1	54	107	50
25 X	86,3	5,0	54,5	115	52
10 XI	88,8	5,4	51	117,5	57
25 XI	89	4,8	62,1	94	34
10 XII	95,1	3,9	61	103	41
25 XII	95,75	4,6	78,1	115	32
10 I	97,6	3,3	76	124	39
25 I	95,2	3,5	61	122,5	50
10 II	95,4	3,0	50	102	52
25 II	92,7	3,4	48	86,5	44
10 III	92,3	2,5	50	82	39
25 III	88,3	1,53	12,54	92,5	**79**
10 IV	72,8	2,83	37,3	103,5	57
25 IV	94,08	2,08	29,5	119	**75**
					en 1956
10 V	95,83	2,29	38,5	45,5	16
25 V	94,45	3,41	57,9	42	
10 VI	95,42	3,10	48,9	41,5	
25 VI	95,27	2,96	48,3	47,5	
10 VII	94,44	2,88	44,5	52	14
25 VII	93,73	3,34	47,6	63,5	25
Moyenne	92,37	3,3	50,5	88,77	44,47

Légende. Ces dates principales ont servi de repères dans l'expérimentation. On a comparé les données à l'extérieur aux données en élevage. Il en ressort un déficit dans les comptages à l'extérieur, déficit variant avec la date et particulièrement accentué en mars-avril [démostase] (page 38).

Si nous reprenons les chiffres obtenus à l'aide des tableaux cités plus haut, nous aboutissons à une fécondité moyenne annuelle de 50,5 à l'extérieur, c'est-à-dire environ moitié de celle des élevages au laboratoire. A notre avis cela indique que, malgré les facteurs antagonistes agissant à l'extérieur seulement, on sous-estime fortement la fécondité réelle à l'extérieur, et surtout ses variations (tableau VII).

Sauf preuve du contraire, il faudrait presque doubler les chiffres qui suivront pour la fécondité. Il y a à cela deux raisons certaines : le nombre des stades I comptés ne dépasse sans doute pas le plus souvent 70 % du nombre réel, d'après la mortalité et le nombre de stades II comptés; ensuite un 7e facteur dont nous n'avons pas encore parlé intervient forcément : l'échappement des stades II qui donnent des mâles ailés et disparaissent des populations fixes. Or nous verrons plus loin quel est le pourcentage possible de perte.

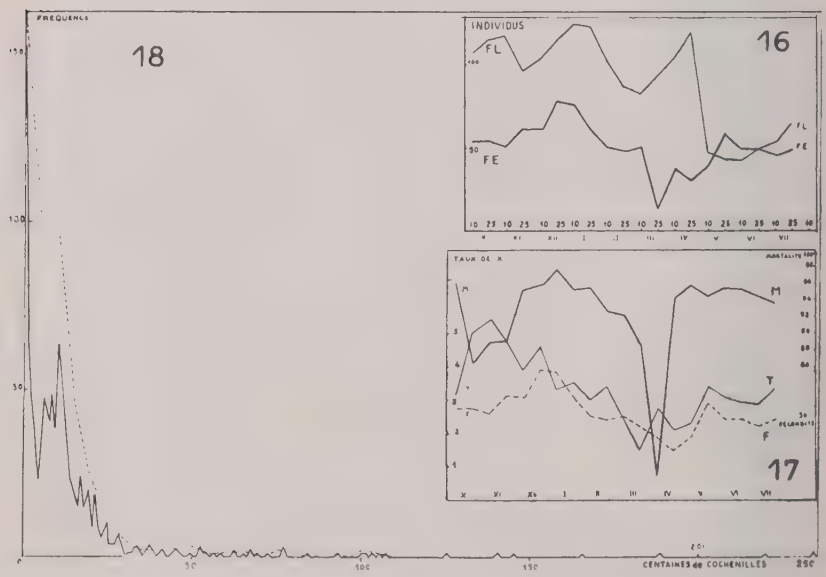


Fig. 16 : Comparaison de la fécondité totale au laboratoire et à l'extérieur (page 36). — FL : au laboratoire; FE : à l'extérieur. En ordonnées le nombre de descendants par femelle; en abscisses les dates.

Fig. 17 : Valeur des caractères biologiques à l'extérieur (page 39). — M : mortalité apparente (ordonnées à droite, en haut); F : fécondité totale apparente (ordonnées à droite, en bas); T : taux de multiplication net (ordonnées à gauche). En abscisses les dates.

Fig. 18 : Courbe de répartition des populations extérieures suivant leur importance (page 40). — En ordonnées la fréquence; en abscisses la valeur des populations en centaines de cochenilles. La courbe en tirets est obtenue en groupant les valeurs par séries de 5.

Le graphique 16 nous donne la fécondité apparente à l'extérieur et la fécondité observée au laboratoire tout au long d'une année.

Il saute aux yeux que la concordance n'existe qu'entre le 25 novembre et le 10 mars. Encore le maximum est-il plus tardif au laboratoire ce qui doit provenir du retard des conditions écologiques dans son enceinte. Mais surtout la courbe est de sens inverse du 10 octobre au 25 novembre et du 10 mars pratiquement jusqu'à la fin juillet.

De plus on constate que le niveau au laboratoire rejoint le niveau à l'extérieur au moment où, la grande saison humide ayant démarré, la Cochenille commence sa ponte subléthale massive.

La variation à l'extérieur est, comme on le verra plus loin, assez parallèle au niveau d'invasion.

Ceci nous amène à deux conclusions :

1° Il ne faut pas s'appuyer sur les résultats du laboratoire pour extrapoler au dehors à un moment donné, mais seulement pour un ordre de grandeur, pour une partie de l'année.

2° La Cochenille prélevée au dehors *pond selon les conditions qui lui sont imposées ensuite au laboratoire* et non en fonction des conditions qu'elle a subies pendant sa vie larvaire. Ce n'est que pour la période du 25 novembre au 10 mars que ce serait contestable, mais les courbes sont parallèles et précisément c'est grâce à ce parallélisme que l'on peut hasarder une comparaison entre ce qui se passe au laboratoire et au dehors. Ces deux courbes montrent éloquemment que l'évaluation de la fécondité au dehors est très sous-estimée.

Nous verrons plus loin d'autres raisons de penser que la Cochenille obéit aux facteurs qui lui sont imposés après le prélèvement.

Chapitre IV

Observations réalisées uniquement à l'extérieur

Taux de multiplication a l'extérieur.

La mortalité n'ayant été étudiée au laboratoire que pour les adultes, il n'a pas été possible d'y calculer le taux de multiplication, mais ce travail a été fait pour l'extérieur, ce qui est beaucoup plus important.

Sans vouloir anticiper sur les questions écologiques, le graphique 17 montre que le taux de multiplication à l'extérieur varie parallèlement à la fécondité totale sauf au moment où, la mortalité apparente étant (relativement) très faible, il s'élève fortement sans que la fécondité apparente soit elle-même élevée (période démophasique). En réalité nous verrons plus loin que la fécondité est très élevée à ce moment-là : donc le calcul que nous faisons se révèle faux, et la mortalité réelle

des adultes reste élevée; le fait que nous ne pouvons utiliser à cette période le même calcul que pendant le reste de l'année est une raison de plus de reconnaître l'existence de la « démophase ».

Quoiqu'il en soit, le taux de multiplication, lui, est un fait d'observation et ne saurait être transposé, même dans cette période. On le voit dépasser 5 pour une durée de 15 jours, c'est-à-dire atteindre 125 par génération ! Dans le reste de l'année il est de 2,5 pour 15 jours, c'est-à-dire 15 à 16 par génération. La moyenne annuelle, période démophasique comprise, est de près de 47 par génération. Mais, fort heureusement, le cycle étant long, le danger est réduit.

La chute de mortalité apparente, fin mars, provient du fait que les jeunes stades meurent en masse et ne constituent qu'une faible partie de la population. Là aussi, le graphique comparatif est en défaut, comme on le verra plus loin. C'est en effet à ce moment qu'apparaît un phénomène inverse de celui de la démophase et que nous avons aperçu plus haut (arrêt d'évolution de la population avant d'atteindre l'âge adulte).

Telles sont les restrictions qu'il faut apporter à la signification du taux de multiplication ainsi que dans le calcul de la fécondité et de la mortalité.

Indications sur l'abondance maxima des cochenilles.

Ces données ont forcément été réunies au cours des saisons, mais, au point de vue qui nous intéresse, elles ne mettent pas en cause les mécanismes écologiques.

Nous avons établi le polygone de fréquences (tableau H (*) et graphique 18) des populations de cochenilles sur chaque pied, de 100 en 100.

Il saute aux yeux que les très fortes populations ont été trouvées essentiellement entre le 10 novembre et le 25 janvier et que pratiquement on n'a pas trouvé en grande saison humide de population supérieure à 3 700 cochenilles (sauf au 25 mai) et en fin de saison sèche de population supérieure à 2 100-2 600, suivant les quinzaines.

On peut donc remarquer le parallélisme entre ces maxima et les niveaux d'invasion précédemment fournis, à la ponte subléthale près.

Si l'on établit la courbe de fréquence sans tenir compte des dates, on constate :

L'existence de minima de fréquence pour :

400 1 600 2 000 9 000 cochenilles

ce qui correspond dans des comptages sur 60 pieds à des niveaux d'invasion de :

12 000 96 000 180 000 540 000

(*) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

Or on verra plus tard l'existence de ruptures de fréquence autour de :

20 000 92 000 160 000 (graphique 42, p. 73)

Ces ruptures sont donc repérables de deux manières; en outre le second graphique indique un creux autour de 53 000.

Il existe des maxima de distribution autour de :

0-100	soit, pour 60 pieds :	0-6 000	Au 2e graphique :
900	— —	54 000	53 000
1 800	— —	102 000	100 000
3 500	— —	?	210 000

Les très fortes populations seront étudiées à part (*cf.* recherche des phénomènes coopérationnels et disopérationnels).

Quant aux populations faibles ou moyennes, nous avons groupé leur plus grande fréquence par dates sur le graphique 19.

Il en ressort immédiatement que les très faibles populations ont été trouvées surtout fin mars, début avril.

Suivant que les lignes qui joignent entre eux les traits indiquant la valeur des populations, montent ou descendent, les populations évoluent en croissant ou en décroissant d'une date à l'autre. En outre plus les traces se rapprochent de l'horizontale, plus le phénomène est lent; si elles sont verticales, la population est explosive.

Plusieurs mouvements de population sont très nets : la décroissance de fin janvier à fin mars (1); la croissance très rapide mais sans avenir de populations en décembre et janvier (2); la croissance de fortes populations de fin novembre à fin décembre (3).

La croissance durable et rapide de populations d'abord faibles puis se renforçant entre le 25 janvier et le 25 mai (4); d'une seconde série d'origine plus tardive, de fin avril à début juin et fin juin (5 et 6); la croissance lente de deux séries issues entre fin mai et mi-juin et finissant par stagner fin juillet à un niveau assez bas (7 et 8); ainsi, des lignées différentes peuvent au même moment subir un sort contraire (4 et 1) : 4 représente une population croissant par ponte subléthale et 1 une population ne s'adaptant pas. La population 4, après un arrêt dû à la démostase, repart, ce qui prouve le danger d'une ponte subléthale quand les descendants peuvent subsister.

Survie des différents stades.

Les tableaux Cp (I) et Or (J) donnant (*) les niveaux d'invasion pour les quatre stades de la Cochenille aux différentes dates ont permis d'établir le graphique 20. Celui-ci montre que, si la survie (ou pourcentage de survivants à chaque stade par rapport aux stades I) pour

(*) Tableaux non publiés. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

l'ensemble des comptages est peu inférieur à 50 % pour les stades II, elle est beaucoup plus basse pour les stades III (12,5 %) et pour les femelles adultes (4,7 %, soit environ un dixième des stades II !).

Les différents comptages, groupés suivant les systèmes Cp ou Or (graphiques 21 et 22), montrent des successions de survie maxima et minima : on a le maximum au 25 octobre avec fort écart pour les stades II et III et sensiblement même résultat pour les femelles adultes; on a le minimum le 10 décembre ou le 10 janvier (ce qui correspond justement à la même date pour le 3e comptage fait au moment de la plus forte invasion) avec très peu d'écarts pour les différents stades. Le minimum de survie est donc pratiquement constant tandis que le maximum est fort variable. Nous attribuons ce fait à la variation considérable des facteurs disopérationnels, c'est-à-dire à la compétition entre les cochenilles sur une même plage végétale.

Le graphique 21 montre que la survie maximum du stade II et, à un moindre degré, celles du stade III et des femelles adultes, préparent un maximum d'invasion environ 30 à 40 jours plus tard. Ce maximum d'invasion cède ensuite, avec ou sans ponte subléthale, mais au moment où il a lieu, le pourcentage apparent de survie des trois stades les plus âgés tombe rapidement tandis que le nombre des stades I croît le plus souvent relativement beaucoup.

Si l'on se réfère au tableau des survies (système Cp) on constate aussi que le nombre absolu des trois stades les plus âgés et surtout des deux derniers tombe fortement, ce qui prouve que les phénomènes de compétition ont un rôle encore plus important qu'il n'apparaissait au premier abord. Ainsi en est-il entre le 25 novembre et le 10 décembre et entre le 25 mai et le 10 juin :

Date	Stade I	II	III	Ad.	III + Ad.	Différence en %		
						I	II	III + Ad.
25 XI	42 034	19 127	11 655	2 696	14 351			
10 XII	59 955	17 050	3 182	1 549	4 731	+ 14	— 12	— 67
25 V	39 923	27 740	8 407	2 203	10 610			
10 VI	34 942	21 617	3 939	1 711	5 650	— 11	— 22	— 47

Nous verrons ci-dessous pourquoi il y a disproportion entre le pourcentage de survie et le niveau d'invasion pendant les périodes d'octobre à novembre et d'avril à juin (voir ponte subléthale).

Par ailleurs on remarquera que parfois le pourcentage apparent de survie du stade II dépasse 100 % (10 avril). Cela est dû au fait que la population de stade I a passé elle-même par un maximum de survie environ 15 jours avant. Ce maximum de population se transmet, comme on l'a vu plus haut, en vague, de telle manière qu'aux comptages suivants on finit par trouver une survie des femelles adultes supérieure

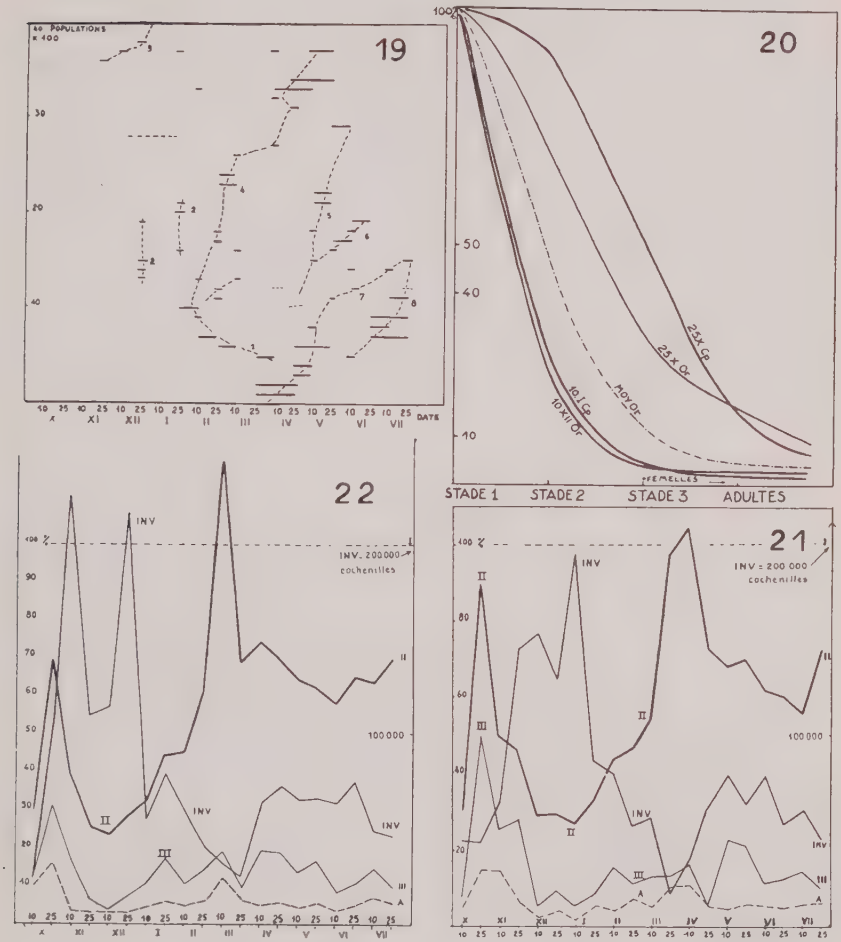


FIG. 19 : Évolution des populations dans l'année (page 41). — En ordonnées les valeurs des populations moyennes par pied (en centaines de cochenilles) et en abscisses les dates de comptage. Pour les courbes en tirets, voir explications dans le texte.

FIG. 20 : Pourcentage de survie moyenne et extrême à l'extérieur selon deux modes de calcul (page 41). — Selon les systèmes « Cp » et « Or » (voir dans le texte). On a choisi les cas extrêmes pour donner l'idée de la variation.

FIG. 21 : Pourcentage de survie des différents stades [système Cp] (page 42). — Stades I, II, III et adulte femelle. Inv. : courbe indiquant le niveau d'invasion aux dates successives.

FIG. 22 : Pourcentage de survie des différents stades [système Or] (page 42). Même légende que la figure 21.

à celle des stades III (25 avril). Ces anomalies dont nous avons déjà fait état sont très fréquentes au début de l'invasion de grande saison humide, les populations nouvelles tranchant, par leur nombre, sur le faible fond général de population et se comportant vis-à-vis de lui comme une génération unique et bien détachée (le reste étant négligeable par rapport à leur masse). Si l'on avait des comptages intermédiaires entre les deux dates, on aurait aperçu un maximum de stades III. Dans ce cas malheureusement on n'en a pas, alors que souvent nous avons dû nous écarter des dates repères à cause de la masse des comptages, surtout en mai, décembre et janvier.

Le graphique selon le système Or (qui pourrait corriger en partie une telle anomalie) fournit les mêmes constatations d'ensemble; si l'excès de stades II est plus accentué, il est aussi beaucoup plus fugace, celui des adultes est escamoté, ce qui est normal, les comptages ayant alors couvert la totalité de l'évolution de la population.

Facteurs coopérationnels et disopérationnels. Démophase.

Pour donner une idée exacte de ces phénomènes nous avons établi le graphique 23 de la manière suivante. On s'est servi des nombres « Or » (tableau I) (*). On aurait aussi bien pu utiliser le système Cp.

En ordonnées le pourcentage de survie apparente des stades II, en abscisses le niveau d'invasion (population totale) indépendamment de toute date.

Rappelons que pour le stade I il ne nous est pas possible d'établir de courbe de survie : tout au plus pourrait-on établir des mortalités journalières.

Les points figuratifs des comptages se répartissent nettement sur des courbes ou dans des aires faciles à définir, surtout pour le stade II.

En effet les comptages 11 et 12 et les comptages 3 à 7 sont sur les branches d'une parabole dont l'axe est oblique par rapport aux coordonnées du graphique. Cet axe a approximativement pour pente $\frac{44,5}{50}$.

A 2,9 % près, c'est le pourcentage annuel de survie apparente trouvé pour le stade II. Nous verrons plus loin comment on peut s'expliquer cette légère différence.

Certains points figuratifs sont sur cet axe ou tout proches : comptages nos 1, 15, 16, 17 et même 18.

Les autres points sont situés plus ou moins exactement sur 2 droites qui se croisent dans une position voisine du foyer de la parabole. Ce sont les comptages 9, 13, 14 et 10, 19, 20 et 2. Le 8e est aberrant.

(*) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

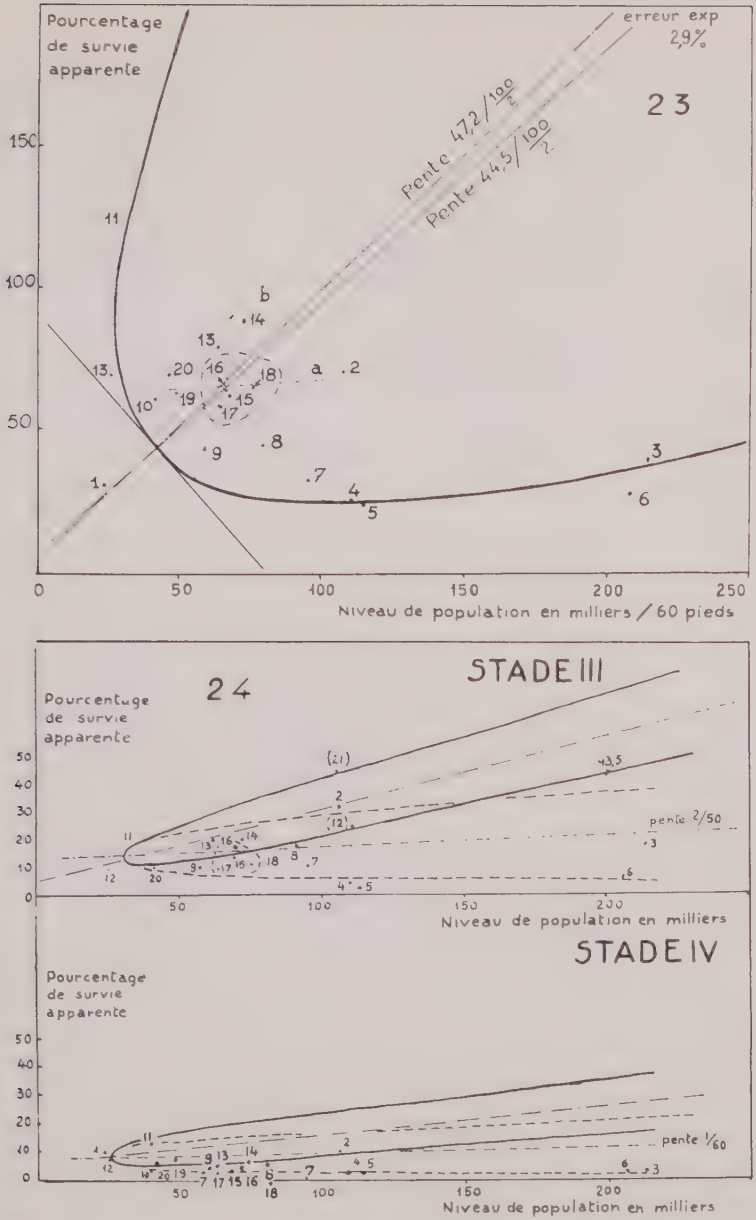


Fig. 23 : Rapports entre la survie et le niveau de population au stade II (page 44). — On remarquera la zone de ponte subléthale (courbe en points et tirets). Branche supérieure de la parabole : démostase; branche inférieure : démophase; **région simili-focale (axes *a* et *b*) : démographie normale.**

Fig. 24 : Rapports entre la survie et le niveau de population aux stades III et adulte [femelle] (page 46). Les paraboles supérieures figureraient les rapports réels, compte tenu des mâles qui ont échappé aux comptages.

Remarquons que les comptages où nous trouvons de la ponte subléthale sont près du point de croisement.

Quant à l'équation de la parabole, elle est très simple; on peut l'assimiler à $y = x^2$; plus exactement c'est $y = \left(x \frac{47,4}{100/2}\right)^2$.

Avant de donner la signification de ces positions des points, voyons les graphiques n° 24 obtenus pour les stades III et femelle adulte.

Il est frappant qu'entre le stade II et les deux suivants existe une différence énorme : la pente des paraboles est beaucoup plus faible que ne l'indiquerait la formule adaptée du cas précédent.

Pour le stade III la pente est de 2/50 au lieu de 12,5/50 et pour le stade adulte de 0,87/50 au lieu de 4,7/50.

Néanmoins les paraboles gardent les formules attendues.

Pour le stade III : $y = x \frac{47,4}{12,5}^2$

et pour le stade adulte : $y = \left(x \frac{47,4}{4,7}\right)^2$

Pour les stades III et adulte le comptage n° 11 reste en position homologue. Il en est de même pour les n^{os} 4, 5, 6 ainsi que 7 et 3 (stade III moins net); le n° 1 l'est également.

Mais il y a des différences. Ainsi aux stades III et adulte, le n° 12 se rapproche de l'axe; les n^{os} 17 et 20 passent sur la branche inférieure de la parabole.

Au stade III, les n^{os} 10, 19 et 8 — qui se répartissaient au stade II sur les axes croisés (*a* et *b*) — se rapprochent beaucoup de l'axe; les n^{os} 13, 14 et 9 en restent encore écartés (*cf.* 3 et 7) et les n^{os} 15, 16, 17 et 18 gardent leur position simili-focale.

Au stade adulte, tous les points tendent à passer sur la branche inférieure de la parabole.

De l'examen de ces graphiques nous tirerons des conclusions de deux sortes :

1. L'axe ou les axes simili-focaux représentent la formule démographique typique de la population coccidienne. Le pourcentage de survie apparente des stades évolue en même temps que la population croît, mais dans des proportions modérées. Les époques où l'on observe cet équilibre — en mouvement d'ailleurs — sont : la saison humide (grande et petite) et quelques brèves périodes en saison sèche quand l'humidité remonte.

2. La branche supérieure de la parabole représente le cas où la population ne croît plus que faiblement tandis que le pourcentage de stades II surtout tend à équivaloir à la population totale, laquelle

menace de s'éteindre. Dans ce cas, la compétition est telle qu'elle supprime rapidement les stades I alors que le nombre des stades III et adulte est encore faible; l'invasion est stoppée, c'est le mois de mars; pendant cette période difficile l'espèce essaie de rompre la barrière qu'opposent aussi les conditions climatiques, sans y parvenir. Le stade II apparaît comme un stade de résistance.

3. La branche inférieure de la parabole montre un accroissement extrêmement rapide de la population, presque sans changement dans la proportion des différents stades; malgré la forte population la compétition ne semble pas modifier la formule démographique. Il semble au contraire que cette formule représente simplement un autre équilibre que celui qu'on observe dans les conditions moyennes (dites normales) et que cet équilibre — qui s'établit début novembre pour durer jusqu'à la mi-janvier (données de 1957) — ne puisse être rompu que par l'arrivée soudaine de conditions très défavorables. Cette période est celle des grandes invasions.

L'existence de deux types d'équilibre différents dans la démographie de la Cochenille de l'ananas nous conduit à penser que cet insecte est susceptible d'une transformation physiologique subite et profonde qui n'est pas sans analogie avec le phénomène des phases chez les acridiens. Cette idée paraît d'autant plus plausible qu'un processus inverse est amorcé symétriquement (représenté par la branche supérieure de la parabole) et accuse l'apparition d'un affolement physiologique. Nous proposons d'appeler ce phénomène de transformation qui affecte profondément la formule démographique : *démophase*.

4. On remarque enfin que les comptages 15 à 18 représentent le moment de la grande ponte subléthale. Ce phénomène, comme on l'a vu à propos de la courbe de fécondité, existe toujours et ne constitue pas une conséquence d'un équilibre nouveau. Il n'est donc pas surprenant que les points figuratifs de ces comptages se rencontrent sur l'axe de la formule démographique normale et soient groupés ensemble.

Les males.

Nous venons d'observer une grosse différence entre les pentes théorique et trouvée pour les axes des paraboles concernant les stades III et adulte. Cela est dû à ce que la survie constatée est beaucoup plus faible que celle qui doit en fait exister.

Si l'on construit les mêmes paraboles autour des pentes 12,5/50 et 4,7/50 et qu'on reporte les points figuratifs des comptages à l'endroit où ils devraient se trouver, on peut calculer facilement la valeur de la survie qu'on aurait dû constater dans les comptages.

Nous avons fait un tableau de ces valeurs (tableau K) (*).

(*) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

En moyenne, la survie au stade III aurait dû être de 12,5 + 7 soit 19,5 %. Au stade adulte, de 4,74 + 3,35 soit 8,1 %.

Cette différence est due au fait que, pendant que les femelles en sont à passer du stade II au stade III, les mâles dont les stades ont été plus courts se transforment en ailés et s'envolent, tandis que les femelles restent sur place. On ne peut donc retrouver les mâles dans les comptages et leur pourcentage ne peut être connu, à grande échelle, que par des moyens détournés dont celui que nous utilisons ici est peut-être le plus commode.

Toutefois l'évaluation qui est faite ici reste au-dessous de la vérité car si l'on élève le pourcentage de survie du stade III par exemple on devrait aussi partir pour le calcul d'une pente plus forte comme axe de la parabole. Cette pente plus forte donnerait à son tour l'indication d'un pourcentage de mâles plus élevé et il en serait ainsi jusqu'à une certaine limite qui peut être calculée.

En effet, en gros, en augmentant la pente de 10,5 on augmente de 7 % le pourcentage de survie obtenu dans les comptages. Si l'on porte pour le stade III la pente à 23, on a un pourcentage de survie de 23,5 : c'est approximativement là que se trouve la limite que nous cherchons, compte tenu du fait que la fonction n'est pas tout à fait linéaire.

En admettant cette valeur, il y aurait environ 12,5 % de femelles et 11 % de mâles en moyenne pour l'année. Ces chiffres paraissent fort acceptables. Nous allons voir plus loin ce qu'il faut en penser.

Pour ce qui est du stade adulte, nous estimons que le graphique en parabole n'est pas assez précis pour nous autoriser à calculer une limite de cette manière. Nous pouvons seulement supposer que les résultats obtenus seraient trop élevés : la limite serait vers 23 également, ce qui laisserait entendre que la mortalité après le stade III serait pratiquement nulle et que le stade adulte mâle se prolongerait pratiquement sur toute la durée du stade adulte femelle. Il est exact qu'il le recouvre, mais seulement pendant une courte durée.

Enfin, en ce qui concerne la différence de pente théorique et observée au stade II, l'écart de 2,9 % peut provenir en partie ou en totalité d'un certain nombre de mâles particulièrement précoces.

Variation de la sex ratio.

En utilisant les données précédentes, on a pu établir un graphique n° 25 donnant la proportion de mâles et de femelles au cours de l'année.

Ces documents demandent à être confirmés (étude en cours). Néanmoins ils nous montrent déjà que, pour l'année entière, il parvient plus de cochenilles mâles au stade adulte que de femelles. Il n'est pas question pour le moment de comparer le nombre de mâles au nombre de stades III femelles bien qu'en réalité il s'agisse de stades à peu près

contemporains; d'autre part nous comparerons plutôt le nombre de mâles éclos au moment de la mue imaginale des femelles, sans pouvoir tenir compte des mâles qui écloront plus tard encore (quantité sans doute négligeable); on ne s'occupera pas non plus de la mortalité des femelles adultes. La sex ratio dont nous approchons ainsi par le calcul est donc plutôt un maximum; avec les jours elle diminue, mais ce qui est le plus intéressant est bien de savoir quel est le nombre maximum de femelles pour un mâle.

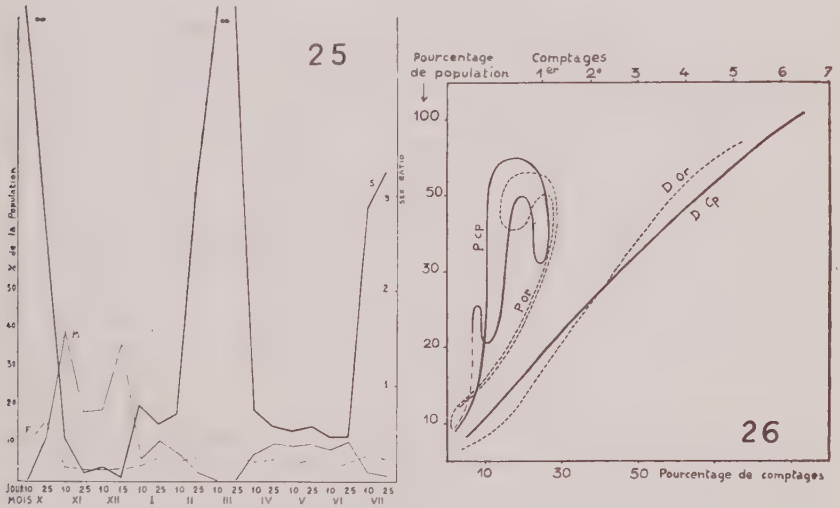


FIG. 25 : Sex ratio (page 48). — S : sex ratio; M : pourcentage de mâles dans la population; F : pourcentage de femelles.

FIG. 26 : Proportion d'individus démophasiques et de plants portant ceux-ci (page 54). – D : courbes de population (systèmes Cp et Or). En abscisses en haut : ordre des comptages de 15 en 15 jours; en ordonnées à gauche : pourcentage de population démophasique. P : nombre de plantes où l'on trouve des populations démophasiques (système Cp et Or). En abscisses en bas : pourcentage des plantes ayant fait l'objet des comptages; mêmes ordonnées que les courbes D.

Par ailleurs ce graphique nous montre que la sex ratio est variable avec la saison, ce que REH avait déjà montré.

Il y a deux moments de l'année où les femelles prédominent, de fin février à fin mars et de fin juillet à début octobre. Il y a même des moments où les mâles sont apparemment absents et où il pourrait y avoir de la parthénogenèse seulement.

Tout le reste du temps il y a beaucoup de mâles. De fin novembre à fin décembre (période démophasique) ils sont environ dix fois plus nombreux que les femelles. Notre collègue SIGWALT avait d'ailleurs

constaté ce nombre dans ses élevages en 1954 et nous en avions été assez surpris à l'époque.

Aux autres périodes (début novembre, quinzaine de transition; janvier et début février; avril-mai-juin), les mâles sont environ deux fois plus nombreux que les femelles.

Donc si, pour l'année, on constate une sex ratio voisine de 1/1, ce n'est qu'un résultat global qui en fait exprime rarement la situation réelle à un moment donné.

Nous constatons une relation entre l'apparition des mâles en masse et l'avènement de la démophase, mais nous ignorons sa nature. Il se peut que la fécondation automatique et rapide des femelles — sinon la fécondation répétée — soit pour quelque chose dans l'augmentation considérable de la fécondité (trois fois environ).

Caractères démographiques des cochenilles en démophase.

La démophase est caractérisée essentiellement par :

1° Un pourcentage de survie apparente diminué à tous les stades, d'autant plus qu'il s'agit de stades plus jeunes (très visible au stade II).

2° Une fécondité apparente plus élevée, en moyenne de 33 par femelle adulte pour 15 jours de ponte au lieu de 21 de moyenne annuelle pour la même durée de ponte.

3° La fécondité réelle des femelles comptées le 25 décembre a atteint une moyenne de 59,7 pour 15 jours, ce qui pour une période de ponte de 22 jours (durée observée en laboratoire) donne une fécondité totale de 87,6; à l'extérieur il faudrait augmenter ce nombre considérablement car nous avons signalé la déficience des comptages en stades I par suite de phénomènes mécaniques et parasitaires.

Pour la même époque en effet la moyenne obtenue en laboratoire était de 100 à 130 (et pour l'année, de 93). La correction devrait être de $\frac{93}{21}$ soit 4,43, ce qui porte la fécondité réelle probable à $87,6 \times 4,43 = 388$!

La population de stades I pour 60 pieds passe à 133 000, 80 000, 81 000, 128 000 (moyenne plus de 105 000); à aucun autre moment elle n'atteint même 50 000 (25 janvier) et elle n'est en moyenne que de moins de 30 000. Le taux de multiplication est tel qu'en une quinzaine de jours on passe de 45 200 à 133 000, soit une multiplication par 2,94. Pour une génération le taux est donc de 25,4. Si la survie apparente des adultes femelles pour la même période est de 3,075 %, la survie réelle est de $3,075 \times 2,94$ soit 9,04. La fécondité réelle doit donc être de $\frac{25,4 \times 100}{9,04} = 311$, nombre voisin de celui que nous venons d'annoncer (388).

Si l'on admettait que ce taux de multiplication extraordinaire ne se maintenait seulement que pendant la période de ponte d'une série de femelles nées à un même moment, la fécondité totale réelle serait encore d'environ $\frac{311 \times 22}{45} = 152$!

On verra plus loin (tableau IX, p. 00) que la survie apparente des stades II à adulte femelle dans les fortes populations démophasiques est de 3 à 7 fois inférieure à celle des populations normales. Pour un même nombre d'adultes, cela suppose une fécondité 3 à 7 fois supérieure.

On voit que, comme nous l'avons dit plus haut et signalé dans un travail antérieur, il faut accueillir avec toutes les réserves les élevages faits en laboratoire comme données permettant d'inférer ce qui se passe à l'extérieur, d'abord parce que des facteurs mécaniques ou parasitaires sont éliminés par le laboratoire mais aussi parce qu'on ne reproduit pas les facteurs co- ou disopérationnels, ni les équilibres démographiques qui s'établissent au dehors. Nous n'avons jamais obtenu des fécondités aussi élevées qui mettent probablement en jeu la présence des mâles, entre autres choses. Pour la ponte subléthale il en est sans doute de même.

Voici quelques chiffres concernant la survie :

Date	Stade II	Stade III	Adulte (femelle)	
10 XI	39,0		3,6	
25 XI	25,6	6,5	3,0	
10 XII	23,6	4,0	2,8	
25 XII	28,3	7,1	2,9	
Moy.	29,125	5,87	3,075	(en gros 30 - 6 -3%)
Moy. annuelle	47,4	12,5	4,7	

Nous avons vu plus haut que la longévité de l'adulte, le cycle et le maximum de fécondité journalière moyenne sont plus élevés (ou plus tardifs) chez les cochenilles démophasiques que chez les cochenilles en état démographique normal.

Cas de démophase. Populations maximum observées.

Le tableau VIII constitue le relevé des 54 populations les plus importantes observées sur un pied d'ananas.

Les 12 dernières, comprises entre 3 100 et 3 700 cochenilles ne sont pas en état de démophase : le pourcentage des stades II, III et adulte est encore assez élevé; elles ont été presque toutes observées en saison humide (10 sur 12).

Parmi les plus fortes, 2 ne sont à coup sûr pas en démophase (2e et 4e); la 12e non plus, pour les mêmes raisons. Leur force provient

en effet de la survie exceptionnellement élevée des stades II et III, et même adulte.

Les 10 autres comprises entre 30 400 et 9 300 cochenilles sont en démophase; elles ont été toutes observées en fin d'année ou au début de la saison sèche.

Les 29 populations comprises entre 3 700 et 8 400 comprennent un mélange. Sauf 4, elles ont été observées en fin d'année ou au début de la saison sèche. Les 4 qui ont été observées en saison humide ne sont pas en démophase. Elles montrent de forts pourcentages de survie apparente.

Parmi les 25 autres, 3 seulement semblent avoir de fortes survies pour 2 stades autres que le I; 10 sont plus ou moins aberrantes pour un stade sur les 3 étudiés; 12 sont en démophase très nette.

En gros les populations de plus de 9 000 cochenilles par pied sont démophasiques; celles de 3 700 à 9 000 sont mélangées pour moitié de populations plus ou moins parfaitement démophasiques et de rares normales; celles de moins de 3 700 ne sont jamais en démophase. Même ces dernières valeurs, comparées à celles des populations moyennes sur 60 pieds, sont énormes (jusqu'à 180 000 !)

Les chiffres suivants nous montreront le hiatus qui existe entre les deux types de démographie (tableau IX).

En résumé les populations démophasiques ont :

Rarement plus de 30 % de stades II;
Rarement plus de 8 % de stades III;
Toujours moins de 4,5 % d'adultes;

et les autres :

Toujours plus de 50 % de stades II, généralement plus de 70 %;
Toujours plus de 20 % de stades III, souvent plus de 40 %;
Toujours plus de 5 % d'adultes.

Importance des populations démophasiques.

Les tableaux L, M et N (*), donnent l'importance des populations démophasiques d'après la date et en les groupant soit par comptages à la même date (Cp) soit par contamination à la même date (Or).

(*) Tableaux non publiés. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

Légende. — D : démophase nette; *d* : démophase moins nette. Les comptages sans mention sont de formule démographique normale. On remarquera que le nombre de stades II à A, par rapport au nombre de stades I, est le plus bas dans les populations démophasiques, et que la proportion d'un ou de deux des stades II à A, par rapport aux stades I, est comparable à ce qu'elle est en formule normale dans les populations moins nettement démophasiques [voir tableau XX dans le texte] (page 51).

Tableau VIII

Les 54 populations maximum sur un pied d'ananas

Date	Stade I	Stade II	Stade III	Adulte	Total	Obs.
10 I	20 927	8 156	1 051	218	30 352	d
10 II	8 233	6 878	6 318	218	21 657	
10 I	10 000	4 200	226	143	17 809	d
25 XI	7 010	5 091	3 116	1 323	16 540	
10 XII	10 000	3 603	710	218	14 531	d
10 I	10 875	2 177	841	131	13 984	d
10 XII	7 832	4 392	131	98	12 453	
25 XII	7 800	2 471	306	148	10 725	D
10 I	9 066	1 011	295	131	10 503	D
10 I	9 117	809	277	98	10 301	D
10 I	8 713	1 090	210	82	10 095	D
10 XII	5 297	3 718	871	132	10 018	
25 XI	7 989	691	382	197	9 259	D
25 XI	7 009	491	803	121	8 424	
25 I	5 792	1 310	309	276	7 687	
10 XI	5 116	1 130	905	547	7 668	
25 XII	7 123	337	95	108	7 663	D
25 XII	4 000	2 039	1 004	122	7 165	
10 I	6 210	436	201	97	6 944	D
10 II	6 281	277	109	64	6 731	D
25 V	3 601	1 883	1 007	191	6 682	
10 XII	5 653	282	91	183	6 209	D
10 XII	5 941	93	58	68	6 160	D
25 XII	4 106	1 002	617	78	5 803	
25 I	4 347	1 050	121	63	5 581	D
10 XI	3 412	1 019	825	131	5 387	
10 I	4 051	1 077	56	98	5 282	D
10 XII	3 401	1 710	38	78	5 227	
25 I	3 828	992	137	214	5 171	
10 XII	4 860	141	36	71	5 108	D
25 XI	3 437	1 054	318	51	4 860	
10 I	3 402	1 131	23	52	4 608	D
25 I	3 076	1 110	137	193	4 516	
25 V	1 807	1 517	894	118	4 536	
25 V	1 976	1 393	921	122	4 412	
10 XII	3 817	222	18	63	4 120	D
10 I	2 917	1 108	8	91	4 124	
25 XII	3 234	648	31	87	3 970	D
25 XII	2 532	1 101	88	94	3 815	
25 V	1 216	1 921	571	76	3 764	
25 I	2 791	766	71	97	3 725	
10 IV	2 165	1 138	288	106	3 697	
10 XII	3 226	201	167	97	3 691	D
25 XI	1 982	1 012	504	102	3 600	
10 V	1 843	1 091	510	120	3 564	
25 V	2 006	1 723	669	106	3 444	
10 V	1 753	1 072	510	80	3 415	
25 IV	1 897	1 301	93	110	3 401	
25 V	1 724	1 076	518	71	3 389	
10 V	1 703	1 098	437	88	3 326	
10 II	1 859	1 006	310	106	3 281	
10 IV	1 815	1 106	237	98	3 256	
10 IV	1 123	1 807	126	94	3 150	
25 IV	1 582	1 224	208	76	3 090	

Tableau IX

Valeur de la survie en démophase et en démographie typique

	Stade I	Stade II	Stade III	St. adulte
Valeurs supérieures :				
9 comptages démophasiques	102 319	28 600	5 300	1 464
3 — non démophasiques	20 540	15 687	9 434	1 673
% respectif de survie	....	27,3	5,2	1,4
		76,4	46,0	8,1
Valeurs moyennes :				
12 comptages démophasiques	58 145	5 865	1 006	1 051
10 — démo. peu aberrants	39 769	10 562	3 263	1 330
3 — démo. ± douteux	11 648	4 270	1 997	715
4 — non démo. (saison humide)	8 600	6 714	3 393	507
% respectif de survie	....	10,1	1,7	1,8
		26,6	8,2	3,3
		36,7	17,1	4,4
		78,1	39,5	5,9
Valeurs faibles :				
12 comptages non démo. fin d'année	3 841	2 018	814	208
10 — non démo. (saison humide)	17 611	12 636	3 596	949
% respectif de survie	....	52,5	21,2	5,4
		71,8	20,4	5,4

Légende. — Ce tableau a une grande importance parce qu'il donne un des moyens les plus aisés de reconnaître si la population à laquelle on a affaire est démophasique, normale ou plus ou moins intermédiaire. La survie apparente en période démophasique pour les différents stades est très basse, le nombre des stades I étant très élevé (page 52).

On a fait figurer le pourcentage que représentent, selon les deux modes de calcul ces populations par rapport au total de celles qui ont été observées et le nombre de pieds à population démophasique par rapport au nombre total de pieds.

Nous en avons tiré les graphiques 26 (p. 49) dont les coordonnées sont les deux pourcentages indiqués et l'ordre des 7 comptages pendant lesquels ont été observés ces phénomènes. Pour les courbes P Or et P Cp représentant la progression de la population, on reconnaît des fonctions logistiques comme en général dans les cas où il y a compétition entre deux populations. Mais la forme de la courbe, au moment où les conditions sont défavorables et où la population démophasique diminue pour disparaître, n'a pas été étudiée encore. Si les conditions restaient favorables à la démophase il est très possible que la population croîtrait encore, mais en basse Côte d'Ivoire la durée en est limitée.

On remarquera que le pourcentage de population démophasique croît longtemps après le nombre de plantes les portant n'augmente plus.

MORTALITÉ ET SURVIE.

Ces deux caractères ont été étudiés d'après le matériel vivant à l'extérieur. Nous avons constaté en résumé que 47,4 % des cochenilles atteignent le stade II. 12,5 % le stade III femelle, 10,5 % le stade adulte mâle et enfin seulement 4,7 % le stade adulte femelle.

Chose fort singulière, si l'on s'en remet aux résultats d'une part de nos comptages, d'autre part de nos calculs, la mortalité chez les mâles semble pratiquement nulle à partir du stade III. Le puparium les protègerait-il complètement de tout facteur défavorable?

Dans le détail les variations sont considérables. La mortalité du stade I au stade adulte femelle varie de 69,75 à 98,67 % ! Du stade I au stade III (femelle) de 70 à 95 %; du stade I au stade II de 0 à 73 %. On observe même parfois dans un comptage, lors d'une dépression dans la population, un nombre de stades II dépassant le nombre contemporain de stades I. Le stade II paraît être particulièrement résistant dans certaines conditions défavorables et c'est sur lui que se joue l'avenir de la population. Quant aux mâles, ils représentent de 0 à 39 % qui s'ajoutent aux 5 à 30 % de survivants au stade III. La mortalité totale du stade I au stade III devrait donc être corrigée ainsi : de 31 à 95 %.

Conclusion de la partie démographique

Les élevages au laboratoire nous ont surtout permis de constater une différence de fécondité suivant le substrat végétal fourni : feuille, couronne ou fruit. Les différences ne sont cependant pas très considérables sauf pour la ponte subléthale et, de toute manière, ne peuvent expliquer les variations démographiques importantes ni les invasions.

La Cochenille reste aux stades larvaires I, II et III pendant environ 48 jours pour la femelle, puis celle-ci commence à pondre après accouplement (ou parfois sans accouplement à certaines époques?) et la ponte dure environ 18 jours puis un stade de sénescence de 3 à 5 jours précède le mort.

Le maximum de fécondité journalière qui oscille autour de 100 descendants est en moyenne situé vers le 9e jour mais varie du 6e au 11e jour. En période de démophase, il est retardé au maximum surtout sur les fruits, moins sur les feuilles. C'est elle qui paraît la plus influencée par les variations saisonnières de la physiologie de la plante.

Les minima d'espérance de vie adulte montrent qu'il existe chez l'ananas des phénomènes physiologiques non reconnus et fort influents sur l'insecte.

Ces variations semblent dépendre essentiellement du taux en sucres (et peut-être en acide tartrique?) des substrats végétaux, tant dans leur nature (feuille, couronne, fruit) qu'au cours des saisons.

Les élevages au laboratoire sont fort loin de reproduire ce qui se passe à l'extérieur, tant pour les conditions végétales que pour les conditions démographiques (et aussi climatiques).

Il est cependant possible de comparer certaines données fournies à la fois par les élevages au laboratoire et par les comptages à l'extérieur. Ainsi, la variation de la fécondité totale au laboratoire est parallèle à celle observée au dehors pendant quelques mois; elle paraît être presque le double; mais le reste du temps elle n'est pas du tout parallèle et au moment de la démophase elle tombe en apparence au même niveau. On peut seulement en déduire que les comptages à l'extérieur ne donnent qu'une partie de la population par suite des pertes non constatables en stade I et de l'envol des mâles. Malgré ces gros inconvénients, il est possible de suivre les variations des caractères démographiques. Le taux de multiplication net, lui, est directement évaluable puisqu'on suit le nombre de femelles adultes de comptage en comptage. En outre la mortalité et la fécondité qui lui sont liées sont évaluables à un facteur près. Ce facteur peut être déterminé. En effet, en période de démophase, nous avons calculé que la fécondité devait être environ triplée; en fin de saison sèche la mortalité des jeunes stades est extrême. Dans les autres périodes les calculs faits sur les bases des élevages au laboratoire sont valables, à cela près que la perte des stades I surtout et l'envol des mâles doivent être pris en considération.

Pour mieux approcher de la réalité nous avons généralement utilisé deux modes de comptage. Dans l'un « Cp » toutes les populations étudiées à la même date sont prises en considération ensemble et l'on en tire une moyenne. Dans l'autre « Or » toutes les populations ayant la même date d'origine sont groupées comptage après comptage et l'on en tire une moyenne. Les valeurs les plus significatives seraient situées entre les deux résultats.

En appuyant les calculs sur les anomalies de survie à l'extérieur, il semble qu'on n'ait pas, dans la nature, un cycle aussi long qu'à l'intérieur. La différence serait de l'ordre de 8 à 10 jours.

La population de cochenilles ne peut s'accroître indéfiniment même en période favorable. On reconnaît d'abord dans la distribution des populations des trous dus aux niveaux atteints par les générations successives, mais surtout il existe une limite due à l'existence de facteurs de compétition. Cette limite que nous avons située vers le 90e jour est certainement modifiée dans la nature par le fait que les fourmis soustraient régulièrement une partie de la population pour la transporter ailleurs.

Ces facteurs jouent sur la survie. Celle-ci est de moins en moins élevée avec les stades. En gros chaque stade perd la moitié de son effectif au minimum. Les adultes femelles survivent pour quelques pour cent seulement.

Au cours de l'année, il existe un moment (mars) où les jeunes cochenilles ne peuvent plus évoluer par suite de facteurs défavorables; la compétition ajoute son influence et la population tombe rapidement et s'enrichit beaucoup en stades II, qui paraissent plus résistants et durent longtemps, c'est ce que nous proposons d'appeler la démostase. Le stade III au contraire est transitoire et fragile.

Tout au contraire, de fin octobre à mi-janvier, tout au moins pour les années que nous avons étudiées, un phénomène inverse se produit, caractérisé par une adaptation brutale à une vie grégaire semblable à celle de certains pucerons, facteur qui (s'ajoutant aux conditions favorables) produit un essor violent de la population (taux de multiplication dépassant 25 par génération, et fécondité supérieure à 300). Ce phénomène que nous ne connaissions pas encore, n'est pas sans rappeler la phase grégaire des acridiens : nous avons proposé de l'appeler *démophase*.

Les populations de cochenilles n'entrent pas toutes en démophase, mais les fortes populations non démophasiques sont aisément reconnaissables à leur faible mortalité apparente : ce sont en réalité des populations bien plus anciennes qui se sont multipliées plus lentement et avec peu de pertes. Cependant les populations démophasiques tendent, au cours de cette période, à submerger l'ensemble par leur rapide développement.

Un artifice graphique basé sur les rapports entre le pourcentage de survie et le niveau de population nous a permis de retrouver le pourcentage de mâles qui s'envolent au moment où les femelles sont généralement au stade III, ce qui faussait évidemment les comptages. Le nombre de mâles est généralement double de celui des femelles; à la démophase, il est décuplé; de semblables variations ont été autrefois signalées par Reh sur d'autres espèces; le nombre de mâles paraît nul en mars (démostase) ainsi que juste avant la démophase, c'est-à-dire peu avant les deux invasions principales. Peut-être y a-t-il un rapport entre ces variations sexuelles et le déclenchement de la démophase. Le parthénogénèse apparaîtrait alors comme un accident, une alarme. Des travaux ultérieurs pourront le dire. Il est possible également que des différenciations morphologiques accompagnent la démophase comme les phases des acridiens. D'après des travaux de Balachowsky et de Mamet, il existe des variations assez importantes dans l'ornementation du tégument et nous suivons cette question depuis quelques mois.

La démographie de cet insecte est donc assez complexe.

TROISIÈME PARTIE

ÉCOLOGIE DE LA COCHENILLE

Les conditions du laboratoire variant, il est légitime de considérer les élevages au laboratoire sous l'angle expérimental, compte tenu des techniques d'élevage.

Nous envisagerons donc d'abord les variations de la fécondité totale et journalière et de l'espérance de vie adulte dans ces conditions, en fonction de la date, et en fonction de la température et de l'humidité, c'est-à-dire en fin de compte du degré hygrothermique.

Ayant affaire à des insectes dont la vie larvaire s'est écoulée à l'extérieur, nous nous efforcerons de démêler les influences exercées par les conditions premières subies, puis par les conditions nouvellement imposées en laboratoire, sur les caractères étudiés.

Nous examinerons ensuite les résultats obtenus à l'extérieur et en premier lieu le niveau d'invasion pour le mettre en relation avec les divers facteurs écologiques. C'est alors que nous constaterons de nouveau l'existence de la ponte subléthale.

Nous reconnaîtrons les relations entre les taux de survie et les invasions et le nombre de générations qui les produit.

Nous arriverons ainsi à dégager un procédé pour prévoir les invasions à l'aide de la météorologie, à connaître les années favorables ou non, et à savoir pourquoi elles le sont : nous mettrons au point une méthode simple et pratique de prévision.

Nous dirons quelques mots du problème des cochenilles sur les racines des ananas.

Les facteurs température et humidité (ou si l'on veut le degré hygrothermique) ne sont pas les seuls à intervenir : l'irrigation, le vent, la pluie, l'orientation (et l'insolation?), etc. ont un rôle d'autre nature mais qui ne semble pas négligeable.

Chapitre V

Écologie de la Cochenille au laboratoire

Valeur des caractères biologiques en fonction de la température et de l'humidité.

Ainsi que nous l'avons exposé ci-dessus, nous prélevions des cochenilles femelles parvenues à l'état adulte pour les mettre en élevage au laboratoire, afin de connaître leur fécondité. Ces élevages

ont donc été continués dans les conditions du laboratoire alors que ces mêmes insectes ont vécu au dehors toute leur vie larvaire.

La question se pose de savoir si les conditions extérieures qu'elles ont subies pendant une cinquantaine de jours influent sur la ponte ultérieure ou si ce sont les conditions du laboratoire qui sont déterminantes pendant 20 à 30 jours et quelles sont leurs modalités d'action, quantitatives comme qualitatives.

Le tableau I (p. 16) donne les valeurs de la fécondité totale, de la fécondité journalière et de la durée de la ponte dans les élevages successifs. Le tableau O (*) nous indique les conditions de température et d'humidité subies par les mêmes élevages à l'état larvaire et à l'état adulte. Nous avons indiqué les conditions extrêmes diurnes parce que les moyennes et les conditions extrêmes nocturnes donnent des résultats improbants. (Il en était de même chez *Aphis leguminosae*). Par le fait, nous tenons déjà la solution d'un aspect de la question écologique : ce sont les conditions extrêmes diurnes qui jouent le rôle de facteur limitant.

Les graphiques 27 à 32 nous aideront à nous faire une idée de l'influence des deux séries de facteurs en question. Nous avons tracé les lignes T*h* de même degré hygrothermique (**). On constate :

1° Que la fécondité totale et journalière permet de tracer d'assez bons graphiques selon les courbes T*h* ;

2° Que l'espérance de vie adulte est beaucoup moins aisée à schématiser ;

3° Que les graphiques obtenus pour les fécondités sont beaucoup plus réguliers en rapportant leur valeur aux conditions effectives pendant la ponte qu'en la rapportant aux précédentes ;

4° Que les anomalies constatées sont de nature bien définie :

5° L'optimum pour les conditions au laboratoire se situe au plus bas sur T*h* = 65, au plus haut sur T*h* = 70. Pour les conditions à l'extérieur il se situe sur T*h* = 79 ou 80.

Cette dernière anomalie apparente est importante : nous avons signalé que dans les verres d'élevage, l'humidité était plus élevée que dans l'ambiance du laboratoire. Par contre la température était la même. Si nous opérons une translation de l'optimum de sa position entre T*h* = 65 ou 70 d'une part et T*h* = 80 d'autre part, nous constatons qu'aux 10 à 15° hygrothermiques correspond une augmentation d'humidité de 13 à 22 %. Il nous est apparu d'après les mesures faites

(*) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

(**) Nous avons défini à propos de l'écologie du puceron de l'Arachide (Réal, 1955) le degré hygrothermique T*h* comme la somme des valeurs absolues de la température en degrés centigrades multipliée par un facteur entier qui est généralement 1 et du monome : $cdfU$; c est la capacité calorifique de la vapeur d'eau, d la densité de la vapeur d'eau, f la tension maxima de la vapeur d'eau à la température considérée, U l'humidité relative ; on peut simplifier cette expression en : 2,08 fU.

que cette différence est un peu moindre pour l'atmosphère du verre (autour de 15 %); cependant il est possible que cette différence mette en jeu le phénomène de Penman : la couche d'air située au contact du substrat végétal peut parfaitement n'être plus aussi humide après section de la feuille ou du fruit.

On voit en outre que l'optimum est doublé d'un optimum anormal :

a) Pour les fécondités selon les conditions du laboratoire (graphiques 27 et 28) : ces anomalies correspondent à la fin de la période de démophase et au début de la période d'invasion de la grande saison humide; elles sont placées la première dans les températures moyennes et les faibles humidités, l'autre dans les fortes températures et les humidités moyennes (par exemple valeurs autour de 119 pour les fécondités totales et autour de 5,7 pour les fécondités journalières).

b) Pour l'espérance de vie, selon les conditions du laboratoire, l'optimum est représenté par une vie courte (c'est-à-dire une forte fécondité journalière). Si l'on voulait obtenir avec le maximum de jours un optimum sur $Th = 70$, il faudrait diviser le nombre indiqué ici par un facteur tel que le cycle total dans les mêmes conditions, comme nous l'avons fait dans des travaux antérieurs.

Ici, une valeur proche de l'optimum, prolongeant celui-ci de façon analogue aux pointes de la période démophasique sur les graphiques précédents, représente la période de démostase (arrêt de croissance démographique de mars). Le mécanisme de variation de la longévité en général est donc fort différent de celui de la fécondité. Nous l'avions déjà constaté à propos de la nutrition.

c) Pour les fécondités selon les conditions extérieures (graphiques 30 et 31), une longue zone entre $Th = 70$ et 75 représente, non la période démophasique, mais les élevages qui l'encadrent avant et après, les points démophasiques étant sur l'optimum vrai (entourés de tirets) non en totalité d'ailleurs, mais en grande partie; un point aberrant existe dont la signification nous paraît suggérer une hypothèse valable sur la démophase, que voici.

Logiquement au moment où à l'extérieur la pullulation est maxima la fécondité au laboratoire devrait être également maxima; or, si

---

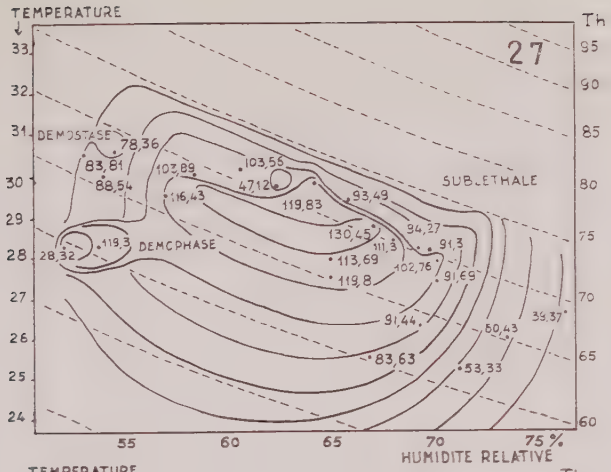
Légende de la planche

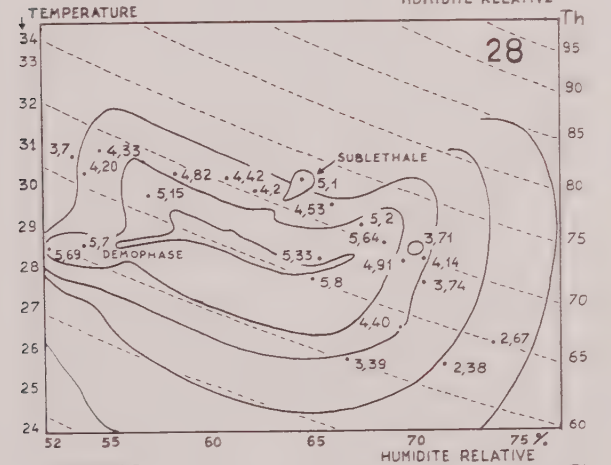
Fig. 27 : Fécondité totale selon les conditions du laboratoire (pages 60 et 65).

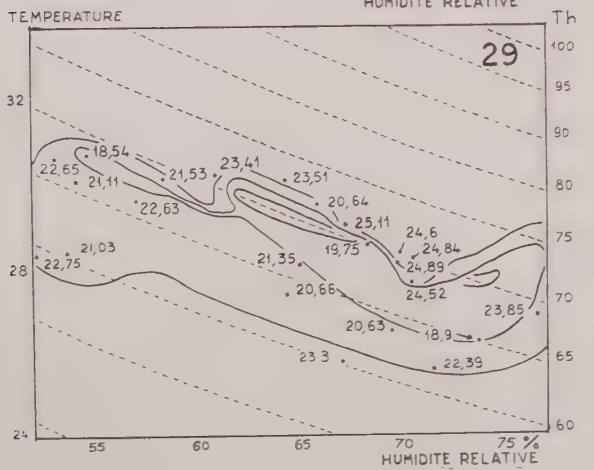
Fig. 28 : Fécondité journalière selon les conditions du laboratoire (pages 60, 64 et 66).

Fig. 29 : Espérance de vie adulte selon les conditions au laboratoire (pages 64 et 66).

Pour ces 3 figures : En ordonnées à gauche les températures; en abscisses le pourcentage d'humidité relative; en marge à droite et en bas les degrés hygrothermiques Th (pour $k = 1$).


TEMPERATURE
Th
27
DEMOSTASE
78,36
83,81
88,54
107,89
103,58
47,12
116,43
119,83
93,49
SUBLETHALE
130,45
94,27
111,3
91,3
119,3
DEMOPHASE
28,32
113,69
102,76
91,69
119,8
91,44
39,37
80,43
83,63
53,33
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
95
90
85
80
75
70
65
60
55
60
65
70
75 %
HUMIDITE RELATIVE


TEMPERATURE
Th
28
3,7
4,33
4,20
4,82
4,42
4,2
SUBLETHALE
5,1
5,15
4,53
5,2
5,64
3,71
5,7
5,69
DEMOPHASE
5,33
4,91
4,14
5,8
3,74
4,40
2,67
3,39
2,38
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
95
90
85
80
75
70
65
60
52
55
60
65
70
75 %
HUMIDITE RELATIVE


TEMPERATURE
Th
29
18,54
22,65
21,11
21,53
23,41
23,51
22,63
20,64
25,11
24,6
24,84
21,03
22,75
19,75
21,35
24,89
20,66
24,52
23,85
20,63
18,9
23 3
22,39
32
28
24
100
95
90
80
75
70
65
60
55
60
65
70
75 %
HUMIDITE RELATIVE

au début et à la fin de la période de démophase on enregistre une augmentation de la fécondité, il n'en est pas de même au milieu de la période (point aberrant). Ceci indique que la mise en laboratoire des femelles supprime un facteur influant fortement sur leur fécondité, facteur existant à l'extérieur seulement; ce facteur ne peut être autre que l'existence des mâles très nombreux, comme nous l'avons vu en période de démophase. Si, au moment des transitions, la fécondité se relève cependant au laboratoire, cela signifie qu'elle est dans une certaine mesure encore indépendante de l'accroissement du nombre des mâles et que cet accroissement ne joue son rôle que pendant la pleine période de démophase.

Dans ces conditions, la démophase s'accompagne d'une exigence physiologique des femelles qui, avec une sex ratio très basse à l'extérieur augmentent leur fécondité, mais à l'intérieur la perdent. On peut se demander si cette exigence correspond à un seul accouplement obligatoire ou à plusieurs successifs. On connaît en effet des insectes chez qui chaque accouplement est suivi d'une ponte. C'est ce que suggéraient déjà les graphiques concernant la sex ratio.

d) Sur le graphique d'espérance de vie adulte selon les conditions extérieures (n° 32), on remarque que, comme pour les conditions au laboratoire, la période de démostase est marquée par un raccourcissement très net de la longévité. Cela exprime en somme un cas de force majeure devant les conditions qui sont devenues soudainement mauvaises.

Par contre le début de la période de démophase est marqué par une période de longévité exceptionnelle. Les femelles semblent attendre des conditions de ponte normales pour elles (faible sex ratio). Or ces conditions ne sont pas réalisées au laboratoire par suite du manque de mâles. Ce phénomène de la prolongation de la vie par suite du retard forcé de la reproduction est très commun chez les insectes.

e) Les anomalies de valeur minima sont moins nombreuses. Elles concernent essentiellement les périodes de démostase et de ponte subléthale :

- *Démostase :* selon les conditions au laboratoire comme selon les conditions à l'extérieur, diminution de la fécondité totale, mais non de la fécondité journalière;

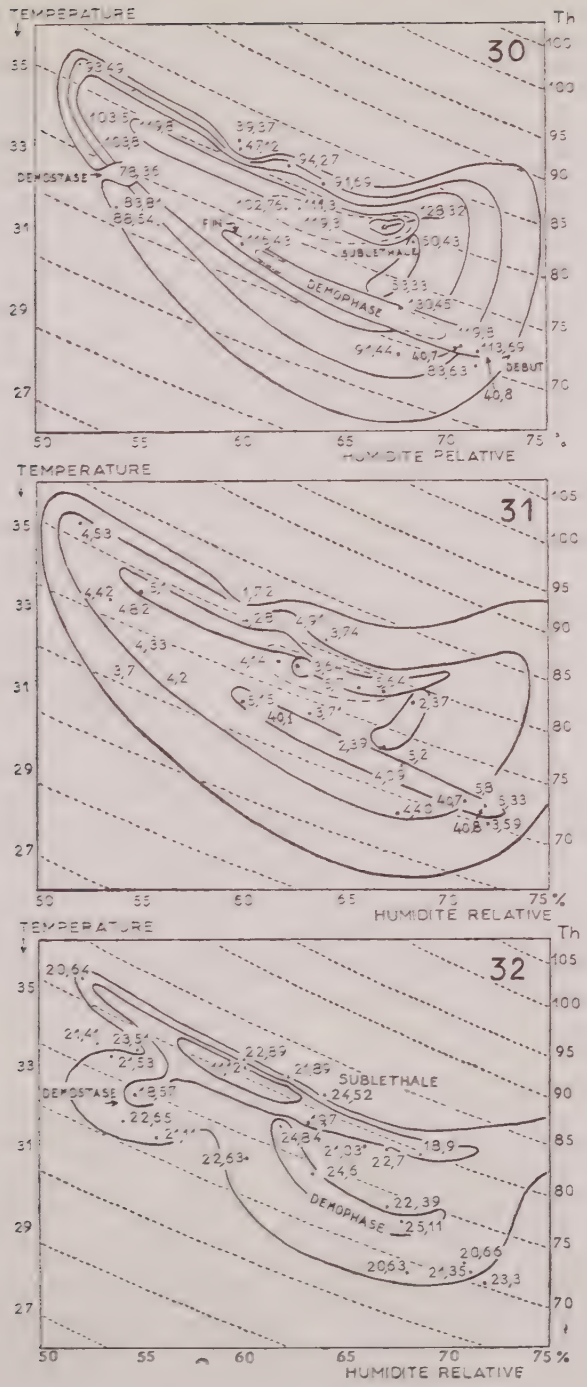
Légende de la planche

Fig. 30 : Fécondité totale selon les conditions à l'extérieur (pages 60, 64 et 66).

Fig. 31 : Fécondité journalière selon les conditions à l'extérieur (pages 60 et 64).

Fig. 32 : Espérance de vie adulte selon les conditions à l'extérieur (pages 62, 64 66 et 67).

Pour ces 3 figures : en ordonnées à gauche, les températures ; en abscisses, le pourcentage d'humidité relative; en marge à droite et en bas, les degrés hygrothermiques *Th*.


TEMPERATURE
Th
30
DEMOSTASE
FIN
SUBLETHALE
DEMOPHASE
DEBUT
HUMIDITE RELATIVE
%
31
HUMIDITE RELATIVE
32
SUBLETHALE
DEMOPHASE
HUMIDITE RELATIVE

Ponte subléthale : il s'agit essentiellement d'un tassement des points en direction de l'optimum, ce qui cause des irrégularités des courbes sur leur bord supérieur, peu pour l'espérance de vie, mais surtout pour la fécondité et essentiellement pour la fécondité totale. Le phénomène est plus visible selon les conditions du laboratoire.

f) On remarquera sur les graphiques 28 à 32, malgré une accentuation assez faible, que l'infléchissement des courbes se fait vers 67 % d'humidité ou peu après selon les conditions extérieures, ou un peu avant selon les conditions du laboratoire, tout au moins en ce qui concerne les fécondités. Mais, pour l'espérance de vie de l'adulte, selon les conditions au laboratoire, les courbes sont vraiment peu régulières.

En résumé la complexité des phénomènes de reproduction chez la Cochenille de l'ananas se traduit par une superposition de limites hétérogènes sur ces graphiques et en diminue la netteté, sans toutefois les rendre inutilisables, lorsqu'on connaît les causes de leurs irrégularités.

Méthodologie : influence des conditions a l'état larvaire et adulte sur les caractères biologiques.

Lorsqu'on a affaire à un insecte à cycle court comme l'*Aphis leguminosae* (10-15 jours par exemple), un point sur un graphique représente assez bien les conditions dans lesquelles a vécu l'insecte. Dans le cas de la Cochenille, le cycle est au contraire très long et un point n'est pas représentatif des conditions pendant toute la vie. La question se pose donc de savoir quel point choisir en fonction du phénomène étudié, ou quelle série de points. Dans ce cas, il est déjà difficile d'obtenir une représentation un peu nette des conditions au laboratoire, pendant les 20 ou 30 jours de vie adulte, on conçoit que les graphiques concernant la vie entière soient impraticables. Pour la période larvaire seule, soit une cinquantaine de jours il faudrait utiliser non des points mais des courbes (peut-être intégrées?). Sur chaque courbe on noterait la succession des décades ou des pentades (graphique 33). Sur ce graphique, on a aussi noté les moyennes utilisées.

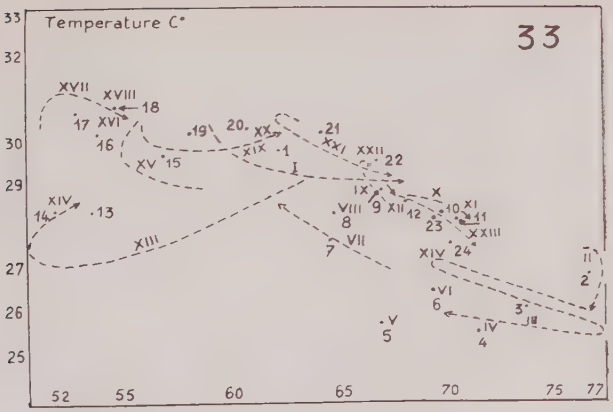
Légende de la planche

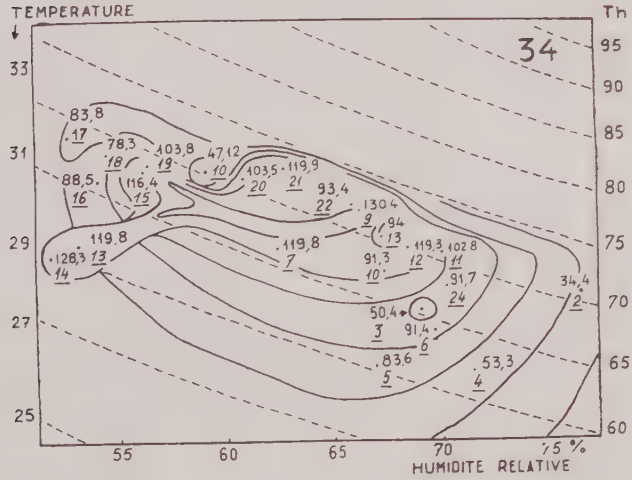
Fig. 33 : Conditions au laboratoire par décades (pages 64). — Numéros des comptages en chiffres romains pour les courbes, en chiffres arabes pour les moyennes.

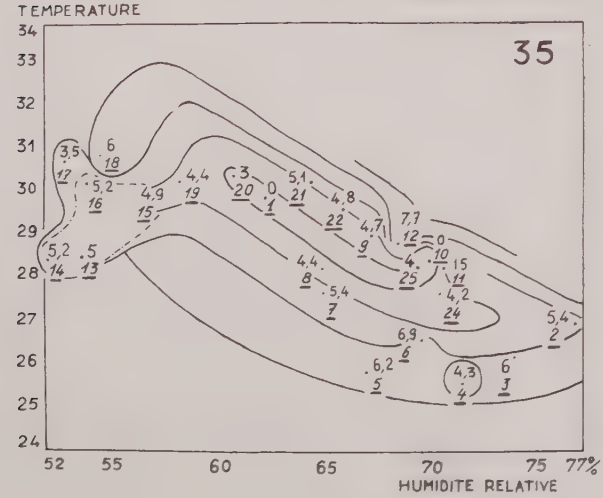
Fig. 34 : Fécondité totale selon les conditions extrêmes diurnes (page 66). — L'extrême diurne est défini par la moyenne par décade du maximum de température et du minimum d'humidité relative.

Fig. 35 : Sénescence selon les conditions au laboratoire (page 68).

(Les nombres soulignés et en caractères penchés, placés au-dessous des valeurs sont les numéros d'ordre des comptages au cours de l'année, de 15 jours en 15 jours, de mi-mai 1956 à début juin 1957).


Temperature C°
33
HUMIDITE RELATIVE


TEMPERATURE
Th
34
HUMIDITE RELATIVE


TEMPERATURE
35
HUMIDITE RELATIVE

La difficulté serait ensuite de placer les limites sur de telles notations. On devra donc pour le moment se contenter d'une approximation.

Ce graphique nous montre que certains élevages sont repérés par de simples points tandis que d'autres le sont par des courbes parfois très longues et contournées. Il est cependant très remarquable que deux élevages subissant, l'un une variation de conditions énorme comme B 13 (XIII sur le graphique) et l'autre pratiquement aucune variation comme B 14 (XIV) soient réunis dans une zone d'anomalie commune (démophase) sur les graphiques 27 et 28. Cela authentifie en tout cas de façon parfaite le phénomène cité et montre qu'on peut au moins en ce cas adopter une moyenne au lieu d'une courbe figurative.

Cela prouve aussi que si les conditions extrêmes diurnes sont limitatives, elles n'agissent cependant que d'une façon globale. En effet si nous choisissions pour point figuratif des conditions subies celui de la décade la plus chaude et la plus sèche par exemple en prenant la valeur de T*h* la plus élevée, nous constaterions que le graphique 34 obtenu ne constitue pas du tout une amélioration par rapport au graphique précédemment étudié (30). Donc dans l'hypothèse d'une rationalisation des résultats cette représentation est à rejeter. En réalité ce sont bien les conditions d'une courte période qui agissent : ce sont surtout celles de l'époque du maximum de ponte et cette période moyenne est, sauf exception, la plus proche de la moyenne des conditions. Le seul élevage pour lequel une contestation serait possible est le B 13, mais il est déjà aberrant (démophase) et l'on ne peut juger du degré d'aberration. En résumé la ponte, comme nous l'avions déjà trouvé plus haut, est étroitement subordonnée aux conditions immédiatement présentes et relève par conséquent aussi du comportement imposé par les conditions auxquelles il répond.

Il ne serait donc pas nécessaire de démêler plus avant l'influence respective des conditions extérieures (larvaires) et au laboratoire (fécondité et espérance de vie adulte) si les résultats s'inscrivaient de façon parfaite sur les graphiques du type 27 à 29, mais nous avons vu que les graphiques de l'autre type n° 30 à 32 (selon les conditions larvaires) ne sont pas sans exprimer aussi un aspect des phénomènes qui, assez différent, mérite donc d'être examiné.

Les points qui suivent la loi générale et s'inscrivent régulièrement dans les graphiques ne peuvent évidemment pas nous intéresser, de même que les points aberrants dans les deux types de graphiques à la fois; seuls les points aberrants dans un type et pas dans l'autre doivent être envisagés.

Leur nombre est assez réduit. Ce sont par exemple pour les graphiques 27 et 30 (fécondité totale) :

Élevage nº	2	: Valeur 39,37	(graphique 27)
	3	50,43	
	4	53,33	
	7	119,8	
	8	113,69	
	15	116,43	
Élevage nº	13	: Valeur 119,3	(graphique 30)
	14	128,32	

L'essentiel est de savoir pourquoi ils sont aberrants. Les numéros 13 et 14 le sont par suite du phénomène de démophase, rompu par les conditions du laboratoire (nous avons vu que le manque de mâles est la cause certaine d'une baisse de fécondité). Dans ce cas, il n'est donc pas possible d'invoquer les conditions écologiques seules pour expliquer la valeur de la fécondité. Au contraire ces points s'inscrivent automatiquement dans l'optimum selon les conditions extérieures larvaires.

Pour les autres cas, les conditions du laboratoire au contraire ont complètement effacé l'influence des conditions extérieures, qu'il s'agisse de femelles à ponte subléthale (nºs 3 et 4), ou de femelles en transition à la démophase (nºs 7, 8 et 15) ou de femelles au début de l'invasion de grande saison humide (nº 2).

Nos conclusions concernant l'influence fortement prédominante des conditions immédiates sont donc légitimes, sauf dans le cas des femelles de la pleine période démophasique chez lesquelles l'enceinte du laboratoire apporte une perturbation spéciale.

Si nous utilisions les graphiques concernant la fécondité journalière, nos conclusions seraient analogues, quoiqu'un peu moins précises.

Pour l'espérance de vie adulte le phénomène est différent. Nous avons vu plus haut que le début de la démophase (élevages 9, 10 et 11) est marqué par une longévité exceptionnelle provoquée probablement par les conditions enfermées du laboratoire. Sur le graphique 32 (conditions du laboratoire), l'optimum est d'ailleurs déformé par ces points (valeur 24,84 et surtout 24,6 et 25,11) et aussi par les points correspondant à la ponte subléthale (valeur 24,89 et 24,52). Dans les deux cas c'est un facteur non écologique qui impose son influence et déforme les courbes : il s'agit d'une prolongation de vie par suite respectivement d'une rétention de la ponte, et par suite d'un affolement physiologique, phénomènes contraires mais provoquant le même résultat final.

Remarques concernant la sénescence.

Le phénomène de prolongation de la vie dont il vient de s'agir n'est pas sans relation avec les anomalies de la sénescence.

Le graphique 35 (p. 65) nous montre en effet des anomalies de sens différent pour les époques de ponte subléthale et de démophase.

Ainsi, pour les élevages nos 4, 5 et 6 (ponte subléthale), la sénescence est soit raccourcie (no 4), soit normale (no 5), soit prolongée (no 6).

Pour les nos 12 à 16 et même 17 (démophase), la sénescence est soit raccourcie, soit prolongée (no 12).

Dans les deux cas par conséquent, la sénescence subit des perturbations. Ou bien les femelles en prolongeant leur ponte sans que la longévité totale soit augmentée, raccourcissent leur sénescence, ou bien elles franchissent le cap d'une certaine longévité et sont ensuite très longues à mourir : ce cas, le plus rare, se produit seulement en début de période de ponte subléthale, ou de démophase.

Valeur des caractères biologiques au laboratoire en fonction de la saison.

Nous avons vu plus haut qu'il faut se garder d'extrapoler la valeur des caractères biologiques au laboratoire pour conclure en ce qui concerne l'extérieur. Néanmoins, nous donnons, à toutes fins utiles, les graphiques représentant la variation de la fécondité totale et journalière et l'espérance de vie adulte (femelle).

L'essentiel des résultats apportés au cours de ces élevages a déjà été dit plus haut (graphique 36).

Nous y ajoutons le graphique concernant la sénescence, caractère que nous avons partiellement étudié (no 37).

Valeur des caractères secondaires en fonction de la saison.

Nous avons dégagé plus haut quelques caractères secondaires de la vie des adultes qui peuvent avoir leur utilité dans les calculs épidémiologiques.

Plusieurs points de la survie des femelles adultes sont caractéristiques :

— Le passage de la population en dessous de 80 %;
— La chute de la population au moment de la ponte subléthale (située vers 50 % de survie; on prend la date médiane);
— Le passage à moins de 40 %;
— La chute de la population au moment de la sénescence;
— La date où la population s'éteint.

Le tableau P (*), et les graphiques 38 et 39 montrent les variations de ces caractères.

Sur le premier graphique, on repère notamment le retard maximum de la ponte subléthale de grande saison humide et de fin d'année et l'avance maxima de la même ponte, non encore signalée, de janvier

(*) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

et de mars (cela ne signifie aucunement maximum et minimum de ponte subléthale !)

Sur le deuxième graphique les courbes de 80 et 40 % varient parallèlement; elles sont toutefois plus écartées en grande saison humide, la moyenne de la population femelle adulte subsistant plus longtemps. La courbe de 80 % est celle qui varie le plus fortement.

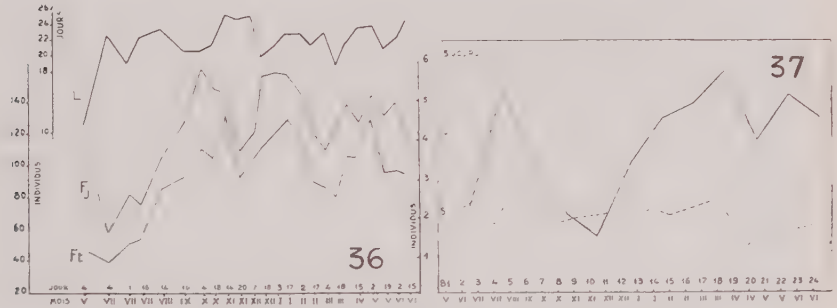


FIG. 36 : Fécondité totale (*Ft*) et journalière (*Fj*), espérance de vie adulte [femelle] (L) au laboratoire (page 68). — Nombre de descendants par jour en ordonnées à droite, nombre de jours d'espérance de vie en ordonnées à gauche; nombre de descendants totaux en ordonnées à gauche. En abscisses les dates.

FIG. 37 : Sénescence selon les conditions du laboratoire [femelles] (page 68). — En tirets, le nombre de jours de vie après la dernière ponte; en trait plein le nombre d'individus observés; ces deux variables sont en ordonnées à gauche. En abscisses les dates.

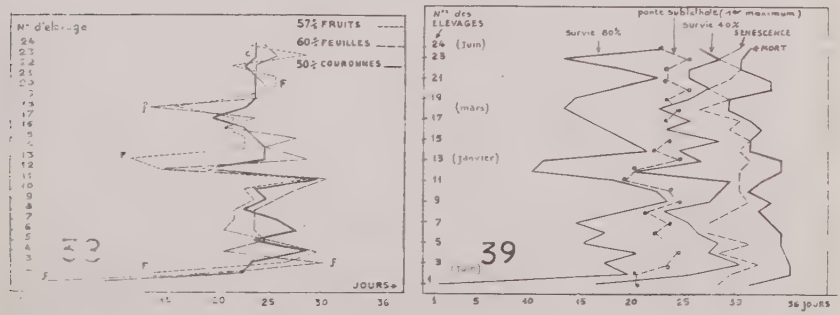


FIG. 38 : Position des points caractéristiques de la survie des femelles adultes au laboratoire (page 68). — *c* : sur couronnes; *f* : sur feuilles; F : sur fruits, soit sur ces trois substrats respectivement passage à 50 %, 60 % et 57 % de survivants (ce que nous avons appelé « date médiane »).

FIG. 39 : Position de la date de ponte subléthale, de la sénescence et de la mort (page 69). On a indiqué quelques dates repères (juin, mars, janvier).

L'âge de la ponte subléthale varie de façon amortie, ce qui diminue d'autant le parallélisme visible avec les autres courbes. Il est d'ailleurs assez difficile de fixer exactement sa position dans tous les cas. Aux grandes pluies elle varie plutôt parallèlement à la courbe de 40 %.

Le début de la sénescence varie aussi parallèlement, mais de façon amortie. Aux grandes pluies sa variation paraît anarchique certaines années (1957).

L'âge d'extinction de la population femelle adulte paraît varier parallèlement aux courbes précédentes en général pendant les périodes plus ou moins fortement humides mais de façon opposée en saison sèche (janvier). Les variations d'âge sont aussi amorties que celles de la sénescence et de la ponte subléthale.

Chapitre VI

Écologie de la Cochenille à l'extérieur

Invasions. — Facteurs possibles.

Le graphique 40 montre les courbes des différents facteurs auxquels on pourrait attribuer la possibilité de faire varier au dehors la valeur des populations coccidiennes.

La pluviométrie accompagne assez exactement les maxima de fin d'année, mais elle est fort en retard sur l'évolution de la population en saison humide.

L'humidité suit une marche analogue à la pluviométrie, concorde moins bien avec la pullulation en fin d'année, mais est moins en retard que la pluviométrie sur l'évolution en saison humide. En saison sèche elle est en général encore beaucoup trop élevée et n'accompagne pas du tout la courbe de pullulation.

La température varie comme la population en fin d'année mais ne redescend pas en début d'année et ensuite forme une courbe très en avance sur celle de l'invasion, sur ses deux faces, ainsi qu'au moment de sa chute (1 mois à 1 mois et demi d'avance).

C'est à la combinaison de ces deux derniers facteurs qu'il faut recourir, comme on vient de le voir plus haut dans les élevages au laboratoire, pour expliquer la pullulation : il s'agit du degré hygrothermique, tel que nous l'avons défini dans un précédent travail.

Rôle du degré hygrothermique de l'extrême diurne.

Nous avons porté le degré hygrothermique (valeur absolue) sur le graphique précédent, pour sa valeur extrême diurne; en effet sa valeur extrême nocturne est sans intérêt puisque l'humidité est sen-

siblement constante et sa valeur moyenne journalière n'est qu'un compromis entre les deux.

On constate que, dans l'ensemble, le sens de la variation de la population est le même que celui de la variation de T*h*.

L'origine (zéro Cochenille) est à T*h* = 60, ce qui équivaut pour une hygrométrie de 70 % à une température maxima diurne de 25 °C et à un minimum de 20 °C. Ce serait le zéro de développement de l'invasion. Ces données sont absolument exceptionnelles en Côte d'Ivoire. En 1957, nous avons enregistré au plus bas le 10 octobre 25.8 et 21 °C comme extrêmes de la journée, avec 84 et 97 % d'humidité.

Nous verrons plus loin qu'il y a possibilité de prévoir, à un coefficient près, l'importance de l'invasion d'après les données météo.

On remarquera deux forts minima de T*h*, l'un la première décade de janvier, l'autre la troisième de juillet, un peu plus bas. C'est entre 30 et 50 jours après le second que se situe le minimum de pullulation de l'année, mais seulement 70 jours après le premier arrive l'autre minimum un peu moins sévère : dans ce cas en effet la population est à un niveau si élevé qu'elle ne peut chuter instantanément aussi bas.

Ces deux minima traduisent pour la Cochenille l'existence d'un facteur limitatif.

Le maximum de T*h*, visiblement, entraine une autre chute de pullulation au bout de 30 jours environ : en effet T*h* atteint 82, ce qui, d'après les données encore peu précises que nous avons déjà, est certainement supérieur à l'optimum, donc déjà moins favorable. Il en ressort qu'une représentation graphique où T*h* entre dans une coordonnée seulement ne permet pas de se représenter exactement son action.

Ponte subléthale.

Normalement lorsque les conditions sont favorables, la fécondité augmente, et lorsqu'elles sont défavorables, la fécondité diminue. Cependant chez les Homoptères, dans certaines conditions, et comme nous l'avons déjà montré dans un travail antérieur, la fécondité se relève de façon notable à l'approche de la mort.

Ce phénomène, comme nous l'avons vu plus haut, est d'importance et il ne faut pas conclure toujours à des conditions favorables lorsqu'on se trouve en face d'une augmentation de fécondité, surtout subite, et lorsqu'elle suit un premier maximum.

Il est aisé de reconnaître l'existence d'une ponte subléthale, parce qu'elle correspond toujours à une chute, parfois très rapide, du degré favorable des conditions météo accompagnée d'une augmentation de mortalité. Lorsqu'il n'y a que des variations météo faibles, il est rare qu'une ponte subléthale massive se produise.

Nous avons déjà vu plus haut qu'une ponte subléthale existe dans les conditions du laboratoire dont les variations sont amorties,

et le graphique 12 nous montre qu'elle a lieu pour 60 % du total de mai à août et en petites poussées en octobre, décembre, et surtout février (34 %), mais elle n'atteint presque jamais des valeurs élevées.

Les tableaux I et J (*) nous donnent pour les comptages à l'extérieur quinzaine par quinzaine le pourcentage de survivants adultes au moment où le cycle se boucle (systèmes de calcul Cp et Or) et le graphique correspondant a été établi (n° 41), en ajoutant le niveau d'invasion selon les deux modes de comptage; on a reporté au bas des flèches indiquant les pointes de pullulation : avec le système Cp, ces pointes sont évidemment retardées (de 15 jours en fin d'année et de 30 en saison humide), mais elles ont la même forme qu'avec le système Or.

Le pourcentage de survivants apparaît un peu différent : les deux maxima sont étalés et tronqués dans le système Cp et aigus dans le système Or. Si l'on suit le niveau de population qui présente des sommets par paires, on voit que le maximum de pullulation n'est pas dû entièrement à une augmentation du nombre relatif d'adultes, mais partiellement à une augmentation *subléthale* de la fécondité, comme on l'a déjà signalé; cela pouvait être attendu puisque dans la quinzaine suivante les conditions écologiques deviennent mauvaises (Th = 65-68,5).

Ce phénomène est beaucoup plus marqué en fin de saison humide : entre les maxima de survie et les pointes de pullulation de fin d'année ou de grande saison humide s'écoulent 45 jours; la ponte subléthale peut s'étaler sur plusieurs générations : entre le maximum de survie de saison humide qui se situe du 10 mars au 10 avril et les 2e

(*) Tableau non publié. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

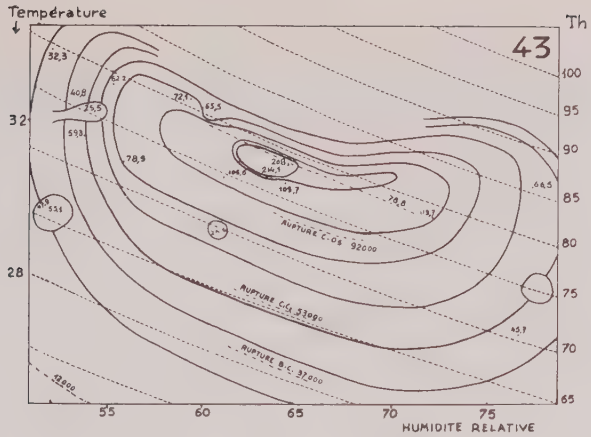
Légende de la planche

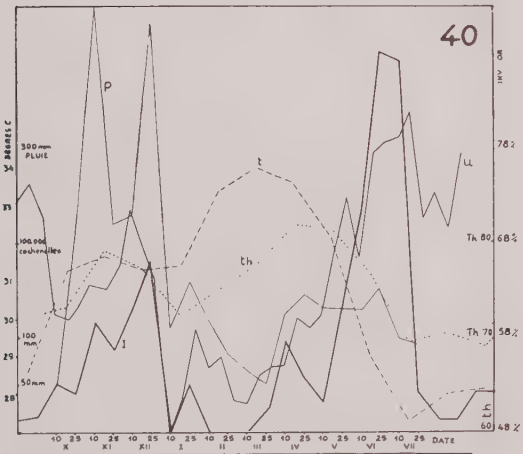
Fig. 40 : Variation du niveau de population (ou d' « invasion ») dans l'année (page 70). — P : niveau de population [valeur par 100 000 cochenilles par groupe de 60 pieds] (en ordonnées à gauche); I : pluviométrie (en mm, en ordonnées à gauche); Th : degré hygrothermique (en ordonnées à droite); U : humidité relative (en pourcentage, en ordonnées à droite); t : température (en °C, en ordonnées à gauche). En abscisses les dates.

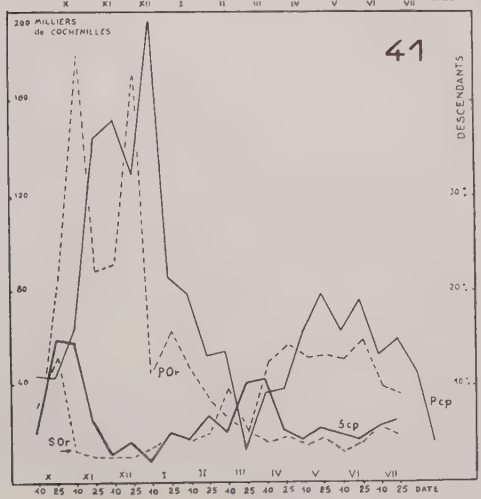
Fig. 41 : Ponte subléthale [systèmes de comptage Cp et Or] (page 72). P : niveau de population (en milliers de cochenilles pour 60 pieds); S : ponte subléthale (en descendants, pourcentage en ordonnées à gauche). Chaque courbe est accompagnée de la mention Cp ou Or, suivant le système de comptage qui a permis de l'établir; courbes Or en tirets.

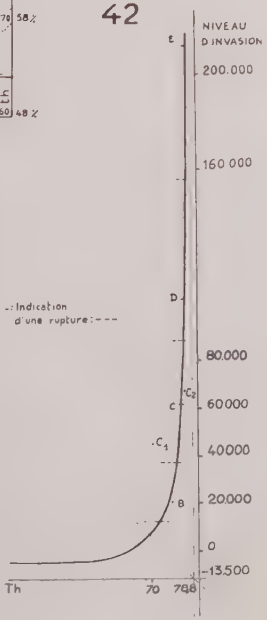
Fig. 42 : Hyperbole de répartition des niveaux de population (pages 41, 74 et 75). — L'asymptote Th = 78,8 représente l'optimum de développement des populations de cochenilles. Th : degré hygrothermique (en abscisses); niveau des populations en ordonnées. La courbe correspond à $y = 22\,x$.

Fig. 43 : Niveau de population selon le degré hygrothermique (page 76). — En milliers de cochenilles pour 60 pieds. Coordonnées comme dans la figure 30.


43
Température
Th
HUMIDITE RELATIVE
RUPTURE C.05 92000
RUPTURE C.G. 53000
RUPTURE B.C. 37.000


40
DEGRES C
300 mm PLUIE
100.000 cochenilles
100 mm
50 mm
p
t
th
u
Th 80
Th 70
DATE


41
200 MILLIERS de COCHENILLES
DESCENDANTS
POr
Pcp
Scp
SOr
DATE


42
NIVEAU D'INVASION
200.000
160 000
80.000
60000
40000
20000
0
-13.500
Indication d'une rupture
Th

et 3e maxima de pullulation du 25 juin et du 25 juillet, par conséquent indépendants, il peut s'écouler plus de 3 mois. Il s'agit là d'une massive reproduction subléthale qui précède le passage de T*h* à des valeurs très basses (45 à 56). Ces deux périodes de ponte subléthale correspondent à celles observées au laboratoire, mais le phénomène a beaucoup plus d'ampleur.

Cette ampleur paraît être fonction de la chute de T*h* et de la rapidité de cette chute : elle est beaucoup plus importante en fin de grande saison humide qu'en fin d'année ou en janvier.

Une multiplication de ce genre fait beaucoup d'impression, mais n'entraîne guère l'apparition de wilt car les jeunes stades sont assez vite voués à une mort massive et prochaine; d'autre part le wilt n'apparaît que si un certain nombre d'adultes ont piqué la plante : cela suppose qu'un pourcentage suffisant parvienne au terme de son évolution.

On verra plus loin que la ponte subléthale démarre entre T*h* = 80 et T*h* = 70-75.

On remarquera la place occupée dans les graphiques en paraboles par les comptages 15 à 18 : ceux-ci sont groupés en position similifocale, à l'intersection des deux petits axes *a* et *b*. Ce caractère tiré de la combinaison de la survie au stade II et du niveau d'invasion pourrait aider à reconnaître la ponte subléthale massive.

Nombre de générations produisant les invasions.

Si nous reportons les points figuratifs des quinzaines où les comptages ont eu lieu, en plaçant en ordonnées les valeurs du niveau d'invasion (système Or), et en abscisses les T*h*, nous obtenons une courbe d'allure exponentielle (graphique 42).

On remarque quatre séries de valeurs plus ou moins groupées sur l'axe des *y* : les unes (moins de 37 000 cochenilles) ont pour moyenne un peu plus de 19 000; les deuxièmes (37 à 92 000); les troisièmes (92 à 160 000); enfin les quatrièmes (plus de 160 000).

Si l'on prend les moyennes des T*h* et des niveaux d'invasion de chacun des groupes, on obtient les points moyens C, D et E qui sont placés sur une même courbe. La série C peut se diviser en deux sous-groupes, un léger creux se manifestant vers 53 000; on a alors deux points (C_1) et (C_2), qui sont aussi sur la courbe. Pour B (1re série) nous n'avons que trois comptages dont celui de fin mars qui est aberrant (démostase).

En ces cinq points le rapport des coordonnées $\frac{x}{y} = 22$, l'unité choisie étant égale à 2° T*h* et à 4 000 cochenilles. Il s'agit donc d'un arc d'hyperbole équilatère dont l'asymptote est constituée évidemment par l'optimum de degré T*h*, passé lequel les populations ne croissent plus. Nous avons donc le moyen de déterminer avec une

extrême précision quel est l'optimum T*h* de la Cochenille. On trouve 78,8, ce qui concorde très exactement avec nos conclusions antérieures.

Le rapport entre les moyennes du niveau d'invasion pour les cinq groupes est uniformément de 2 à 5 % près. Ce rapport exprime le taux de multiplication global de l'insecte; toutefois le point E est obtenu non par une génération de plus, mais par démophase, le taux de multiplication étant au moins doublé dans sa valeur globale.

On doit donc considérer qu'un niveau rapportable à la série B est obtenu lorsqu'une seule génération est en cause (conditions assez favorables pour ne pas faire diminuer la population de fond); en série C, 2 générations sont en cause; en série D, 3 générations.

On peut donc savoir exactement quand la population démarre, les points maxima en particulier, sur le graphique 42 se rapportant aux résultats obtenus un mois après le début des comptages (c'est-à-dire à la date du 3e comptage); le point correspondant à D ou E est fourni par une invasion qui a démarré 3 générations avant, soit environ 145 jours avant; le point correspondant à C, 2 générations avant, soit 95 jours; le point correspondant à B, 1 génération avant, soit 45-50 jours avant.

Pratiquement donc, l'invasion du 10 novembre remonte à 145-30, soit 115 jours (1er août). On remarquera en effet que T*h* tend à remonter (quoique de façon discontinue) depuis cette date, faiblement.

L'invasion du 25 décembre remonte à 144-30, soit 114 jours (1er septembre); quant à celle du 25 avril, elle remonte à 95-30 soit 65 jours (20 février).

Les faibles maxima tels que celui du 25 janvier ou du 10 mars, sont des épisodes d'origine récente et sans grande signification, leur origine remontant à 50-30 soit 20 jours environ.

Ces considérations nous enseignent que dans les cultures d'ananas l'endémie est beaucoup plus importante qu'on ne pourrait le croire et qu'il ne suffit pas de ne pas voir de cochenilles pour estimer qu'il n'y en a pas. Elles peuvent être très bien cachées et se multiplier pendant d'assez longues périodes sans qu'on s'en méfie.

L'arc d'hyperbole que nous avons construit admet pour asymptote horizontale une valeur de 13 500 cochenilles pour 60 pieds, soit 225 cochenilles par pied, ou encore si la survie moyenne des adultes femelles est de 7 %, 15 cochenilles femelles adultes par pied. Quand on compte les populations dans le calcul précédent, on ajoute ce nombre à celui qui a été constaté. Ce nombre correspond à la fraction de population qui a servi au démarrage de l'invasion et qui a disparu ensuite. C'est en quelque sorte la population de fond qui ne diminuerait que si les conditions devenaient « impossibles ». On peut aussi assimiler ce nombre à celui des cochenilles adultes issues de jeunes

apportées par les fourmis, qui auraient pu donner une invasion semblable à celle que nous avons étudiée.

On peut calculer qu'à T*h* = 49,4 (extrême diurne 25 °C pour 50 % d'humidité), la population serait encore de 7 adultes par pied et 100 cochenilles quelconques; qu'à T*h* 39,4 elle serait encore de 6 adultes (83 cochenilles). Ce sont de tels cas qu'on peut rencontrer en savane guinéenne ou soudanienne en janvier-février.

Si on peut vérifier ce fait, la Cochenille pourra être considérée comme très résistante.

Nous verrons plus loin ce qu'on peut tirer de ces considérations au point de vue pratique (dates de traitements).

Graphique général de pullulation en fonction de T*h*.

Sur le graphique 43 (p. 73), nous avons reporté le niveau d'invasion (système Or) en fonction des températures et humidités, selon les courbes T*h* comme les tableaux Q et R l'indiquent (*).

Nous avons tracé, comme pour les élevages au laboratoire, les courbes concentriques de même valeur. Il en ressort encore que l'optimum est vers T*h* = 79. Nous avons mentionné les lignes de rupture entre générations.

Ce graphique va nous servir de base pour les prévisions. On remarquera que quelques anomalies subsistent en particulier au moment de la démostase (25,5 mille pour 60 pieds), de la ponte subléthale de grande saison humide (75 mille) et de la fin de période de démophase (55,1 mille); enfin la démophase noyant l'optimum sous un niveau soudain très élevé (208 et 214,1 mille).

Ces anomalies rappellent celles qui ont été rencontrées au laboratoire à ceci près que l'on constate la position normale de la démophase, tout au moins en ses sommets, ce qui nous confirme que l'accomplissement de celle-ci n'est normale qu'à l'extérieur et pas au laboratoire.

Déclenchement et fin des invasions.

Reprenant le fond du précédent graphique nous avons tracé les climatogrammes par décade pour 1956 et 1957 (graphiques 44 et 45),

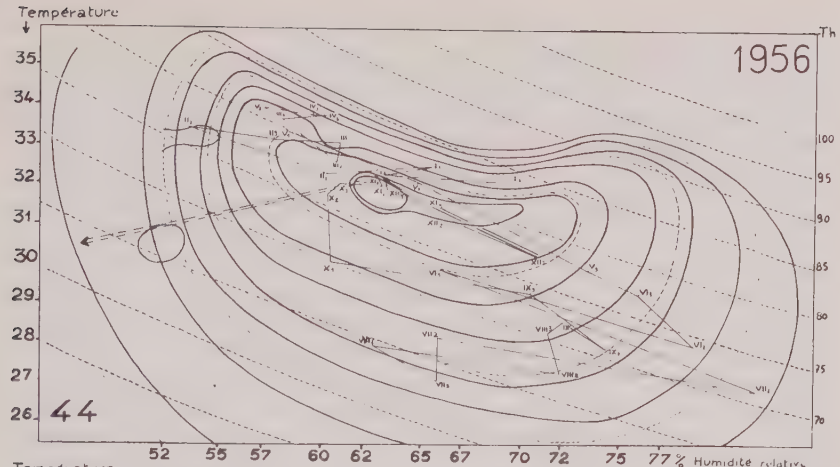
(*) Tableaux non publiés. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

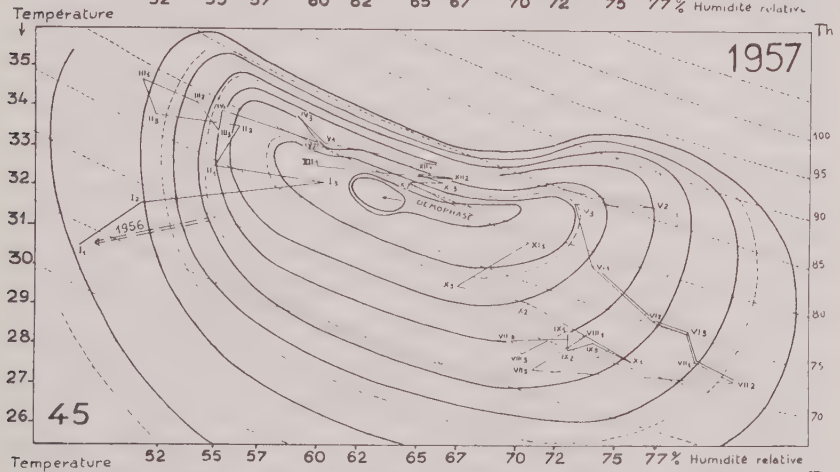
Légende de la planche

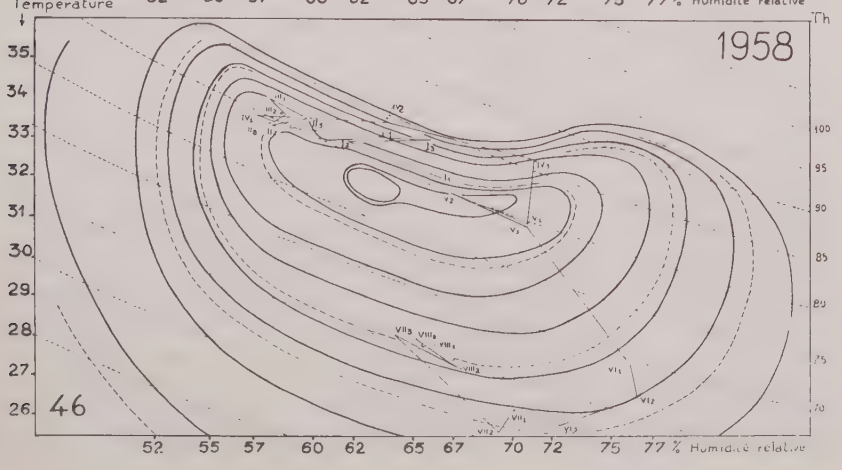
Fig. 44 : Invasions de 1956 (page 76). Les chiffres romains indiquent les mois, les chiffres arabes la décade. Le climatogramme est celui de l'extrême diurne (température maxima, humidité relative minima). Coordonnées comme dans la figure 27. Les droites doublées représentent la ponte subléthale.

Fig. 45 : Invasions de 1957 (page 76). Légende comme pour la figure 44.

Fig. 46 : Prévisions pour 1958 (page 83). Légende comme pour la figure 44.


Température
Th
1956
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
44
100
95
90
85
80
75
70
52 55 57 60 62 65 67 70 72 75 77 % Humidité relative


Température
Th
1957
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
45
100
95
90
85
80
75
70
1956
GENOPHASE
52 55 57 60 62 65 67 70 72 75 77 % Humidité relative


Temperature
Th
1958
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
46
100
95
90
85
80
75
70
52 55 57 60 62 65 67 70 72 75 77 % Humidité relative

selon les données fournies par notre abri semi-cylindrique à double toit que nous avons conçu spécialement pour l'écologie des insectes (publication prochaine). Nos expériences et observations à l'extérieur recouvrent le dernier tiers de 1956 et les deux premiers de 1957.

Commençant en octobre 1956, on voit le tracé se diriger tout droit vers l'optimum en passant sur la limite DE/C, parvenir à la démophase durant la première décade de novembre (XI-1), puis en sortir jusqu'à la troisième décade de décembre (XII-3), non sans rester dans la zone DE. C'est la période de grande invasion. Janvier 1957, très éloigné, stoppe l'invasion (zone B); nous verrons plus loin les réserves à apporter à la déduction de la fin d'invasion par ce moyen. Janvier 1957 se passe à approcher rapidement de l'optimum. A la troisième décade de janvier (I-3) on est rentré dans la zone DE mais on en ressort aussitôt pour la zone C; en II-3 et III-1 on est même repassé en zone B de sorte que la pointe favorable de I-3 est sans lendemain.

A partir de III-1 on se dirige de nouveau vers l'optimum très rapidement, mais on longera l'optimum en zone C parfois de très près (IV-2, V-1) et on ne rentrera en zone DE que brièvement en V-3, c'est la petite invasion du début de grande saison des pluies.

A partir de là on s'éloigne très rapidement de l'optimum pendant juin et les deux premières décades de juillet : c'est la ponte subléthale qui prend la relève de l'invasion.

Puis le cycle recommencera avec progression plus ou moins directe ou retardée vers la zone optimale...

On remarquera que la ponte subléthale a été signalée mêlée à la démophase en 1956 : on a vu combien XII-1 s'éloigne brutalement des autres décades de la même période ainsi que I-1 (1957). On peut estimer qu'on retrouvera ce type de ponte très accentué chaque fois qu'on aura un tel comportement du climatogramme entre $Th = 80$ et 70-75.

Durée et niveau d'invasion.

A titre préliminaire on remarquera que les données ont été fondées sur le système de comptage Or qui fournit automatiquement une durée d'invasion de 1 mois à partir de la date indiquée. Comme il s'agit d'un total pour 1 mois, les comptages de certaines décades peuvent être plus proches (ou moins) de l'optimum que ce qui apparaît sur le graphique mais, sauf de très rares exceptions, cette variation n'entraîne pas de modification de zone, surtout dans la région de l'optimum où les points sont très proches les uns des autres.

En principe, on obtient une génération qui à l'extérieur double, la population sur chaque pied (sans intervention des fourmis), ou la quadruple en cas de démophase chaque fois qu'une période de 45 jours

environ (durée d'une génération à l'extérieur) reste incluse dans une zone supérieure à la période précédente. Ainsi il y a invasion continue en zone DE, de X-2 (1956) à XI-3, ce qui fait cinq décades: on peut admettre que l'invasion continue en XII-1 à XII-3, soit trois décades (car la ponte subléthale se trouve n'être pas vouée à la mort par suite du retour immédiat aux conditions favorables); mais la génération issue de l'invasion précédente, a eu le temps de subir la défaveur croissante des conditions pendant les 20 jours qui précèdent, ce qui explique qu'une partie des descendants qu'elle représente n'ait pas survécu. Ainsi la 2e pointe de pullulation, comme cela est bien visible sur le graphique du niveau d'invasion (système Cp), est plus élevée, sur le moment, que la précédente, sans en être le double. L'interruption de l'invasion a donc été partiellement fatale quoique la mortalité s'abaisse à 80 % au stade adulte femelle (moyenne 93 %).

En 1957, la pointe de I-3 ne durant que 10 jours, il n'y a qu'un départ d'invasion sans lendemain. L'invasion de V-3 est de moyenne gravité. Cependant dans le premier de ces cas il y a encore démarrage d'invasion car, comme on l'a vu plus haut, les femelles répondent aussitôt aux conditions favorables et atteignent très vite leur maximum de ponte (en moyenne le 9e jour). Seulement, il y a loin de la naissance à l'état adulte et c'est dans cet intervalle que la descendance se perd.

Considérons ensuite non plus la zone DE, mais la zone C, deux remarques sont à faire, l'une concernant les populations croissantes, l'autre les populations décroissantes. Sur le graphique qui nous a permis de déterminer les zones à l'aide de la distribution des niveaux d'invasion par quinzaine, il est apparu que la zone C_2 est essentiellement constituée par des populations stables ou en croissance, tandis que la zone C_1 est essentiellement celle des niveaux en décroissance brutale.

Comme le montrent les graphiques, une décroissance brutale se produit au moment de la ponte subléthale, en fin de grande saison humide, tandis que la croissance lente à travers la zone C_2 surtout se produit en petite saison humide, avec des hauts et des bas, mais de façon globalement dirigée vers l'optimum (VII à IX).

La décroissance brutale de saison sèche est en général si forte qu'on retombe en zone B. Cela peut se produire aussi après la forte chute de grande saison humide (VII).

Après une forte invasion, nous avons vu que le niveau baisse de la valeur ajoutée par une génération dans un délai de 3 semaines: pour obtenir une chute annihilant une génération, il faut d'autant plus longtemps que les conditions évoluent plus lentement vers le « pessimum » (l'inverse de l'optimum, terme de Bodenheimer). On peut estimer que cette chute demande au moins 45 jours et même plus dans la pratique car la ponte s'étend encore quelque temps après

que les femelles ont atteint leur maximum de fécondité (jusqu'à 2 semaines). Une invasion n'est donc anéantie que 60 jours après le mois qui suit la date à laquelle elle a franchi la limite de la zone DE. Ainsi, l'invasion de fin 1956 a cessé de laisser des traces fin mars 1957, la limite ayant été franchie entre la troisième décade de décembre et la première de janvier.

C'est à cause de cette queue d'invasion qu'on ne peut pas tracer de graphique rigoureusement parallèle entre T*h* et le niveau d'invasion (*cf.* facteurs possibles). Il en est de même au moment de la ponte subléthale.

Ce manque de parallélisme est automatiquement accentué avec l'allongement du cycle de l'insecte. Il était par contre presque nul avec une espèce à cycle aussi court que l'*Aphis leguminosae*.

Variation des invasions avec les années. – Poussées de saison sèche.

Le tableau 10 montre la répartition des 36 décades de l'année en fonction des zones climatiques saisonnières plus ou moins favorables à la Cochenille de l'ananas.

Il existe pour le peu d'années dont nous puissions faire état (notre abri semi-cylindrique n'a commencé à fonctionner qu'en mai 1955) de grosses différences.

Tout d'abord le nombre de décades optimum pour l'année va du simple au double ! (7 à 14).

Les périodes moyennement favorables sont à peu près identiques (20 et 24); les périodes non favorables sont peu prolongées (2 à 5), mais varient fortement en basse Côte d'Ivoire. Elles sont évidemment liées à l'irrégularité avec laquelle parviennent les influences des anticyclones sahariens (saison sèche). Ces périodes doivent être beaucoup plus importantes dans les régions où ces influences se maintiennent longtemps (savanes du Nord, Guinée, etc.).

Second point : si nous divisons l'année en trois périodes : saison sèche (premier trimestre), grande saison humide et petite saison sèche (deuxième et troisième trimestre), et petite saison humide (nous disons souvent fin d'année : quatrième trimestre), divisions qui tiennent plutôt aux limites entre lesquelles le comportement de la Cochenille change, qu'aux réalités climatologiques classiques, nous constatons que la période médiane est pratiquement sans changements : période favorable plus ou moins longue en mai, le reste moyennement favorable ou même franchement défavorable.

Par contre, le quatrième trimestre comprend le plus grand nombre de périodes favorables, et de beaucoup, commençant en octobre ou en novembre et finissant fin décembre, avec une interruption plus ou moins nette et brève en décembre (nous supposons qu'elle pourrait être éventuellement plus importante).

Tableau X

Place des décades dans les zones favorables

Année	Zone	Saison sèche	Nombre de décades	Saison humide	Nombre de décades	Fin d'année	Nombre de décades	Total annuel
1956	DE	I 2 II 1 II 3 III 2	4	V 3 VI 1 VI 3 VII 2-3 VIII IX	2	X 2-3 XI XII 2-3	7	14
	C	I 1 I 3 II 2 III 1 III 3	5	IV V 3 VI 1 VI 3 VII 2-3 VIII IX	14	XII-1- X 1 XII-1-	-1-	20
	B			VI 2 VII 1	2			2
	A							
1957	DE	I 3	4	V 3		XI XII 1 XII 3	5	7
	C	II-1- 2 III 2 3	4	IV V 1-2 VI 1- 2- 3 VII 1 VII 3 VIII IX		X 1-2-3 XII 3	4	24
	B	I-1-2 II 3 III 1	4	VII 2				5
1958	DE	I 1- 2	- 2 -	V 1-2 3	3			(3) (2)
	C	I 3 II 1- 2- 3 III 1- 2- 3	7	IV I 1- 2- 3 VII 1 VII 3	8			(15)
	B			VII 2	1			(1)

Légende. — On a divisé l'année en saison sèche (premier trimestre), saison humide (deuxième et troisième trimestre) et fin d'année (quatrième trimestre). Les décades indiquées par un chiffre arabe accolé au numéro du mois (en chiffre romain) sont placées en regard des zones A à DE, suivant leur caractère plus ou moins favorable (voir graphiques 44 à 46). Certaines décades sont à cheval sur la limite et ont été placées entre tirets (I-1 et I-2 1958; XII-1 1956). L'année 1958 a été arrêtée à juillet (page 80).

Mais la grande variable est la saison sèche. Nous en avons ici trois types :

— A peu près intégralement peu favorable (1958);

— Variant de pas favorable à très favorable (1957);

— Continuellement assez favorable (1956).

En 1958, ce sera la grande saison humide qui sera la plus favorable (tout mai)...

En 1956, il y a alternance très régulière de décades assez favorables et très favorables pendant toute la saison sèche, ce qui crée une série de petites poussées d'invasion qui chaque fois retombent et sont donc sans grande gravité immédiate.

En 1957, seule une décade est très favorable et le fait d'avoir deux périodes défavorables empêche toute gravité.

Donc, en basse Côte d'Ivoire, une année à wilt est essentiellement une année où la saison sèche est fréquemment favorable. Il n'empêche que ce n'est pas d'une gravité comparable à l'invasion régulière de fin d'année et cela semble être le plus souvent moins grave qu'en début de grande saison humide.

Pour être sans grande gravité pendant la saison sèche cette succession de départs n'en est pas moins dangereuse car elle offre, au début de la grande saison humide, un fond de population bien constitué et tout prêt à une intense multiplication. C'est en ce sens qu'une telle année devient une année à wilt.

Si l'on considère que la Cochenille est plutôt en basse Côte d'Ivoire un insecte de saison sèche, il serait plus exact de dire de saison de transition car elle souffre souvent d'un excès de température et sécheresse; cela est d'ailleurs confirmé par le comportement de l'insecte qui évite de se trouver exposé aux ardeurs du soleil.

Là où la saison sèche est trop dure cet insecte n'apparaît plus en masse qu'aux saisons de transition (en Guinée, mai-juin et septembre-janvier, dit M. Vilardebo), ou même, dans le cas où la saison humide n'est pas excessive, c'est un insecte de saison humide. Seule, la considération du facteur T*h* dans les limites de l'optimum (environ 57 à 73 % avec 30-32 °C d'extrême diurne) peut guider dans cette appréciation.

Encore devra-t-on limiter ses prévisions en fonction d'adaptations possibles de l'espèce à d'autres climats, chose que nous avons constatée par exemple sur le puceron de l'arachide entre la Casamance et la basse Côte d'Ivoire ! De plus amples informations sont nécessaires sur ce point.

Pratique des prévisions d'invasion.

Pour mettre notre méthode à l'épreuve, nous avons au moment de la rédaction tenté de reconstituer avant d'en prendre connaissance

ce qui s'était passé en notre absence, à l'aide des données météorologiques (mai 1958, graphique 46, p. 76).

Le degré T*h* très bas, mais pas assez pour causer une destruction massive des cochenilles en septembre, remonte lentement et irrégulièrement en octobre, sans atteindre 74 (zone C). En novembre, il atteint tout de suite la zone DE : rapide invasion qui atteint probablement un niveau très élevé (de l'ordre de 120 000).

Fin décembre, on repasse en zone C, l'invasion retombe au niveau moyen (moins de 60 000 pour 60 pieds).

En janvier 1958, les deux premières décades assez favorables toutes proches de la limite DE se succédant, donnent un léger départ à l'invasion, mais la troisième n'étant plus aussi favorable (zone C) parce que T*h* est trop élevé, l'invasion retombe aussitôt à son niveau de départ.

En février-début mars, le climatogramme reste en zone C; la température baissant et l'humidité augmentant, l'invasion tente un léger départ en III-2 et III-3 (près de la zone DE), sans lendemain parce que T*h*, dès mi-avril, dépasse de nouveau les limites de l'optimum, passant même au bord extérieur de la zone C, ce qui provoque une chute verticale de la population. En mai T*h* est très favorable.

Wilt subséquent.

Aux maxima de XI-XII puis de I-1-2, III-2-3 et V correspondent d'après notre essai sur la latence du wilt plusieurs poussées situées :

La 1re fin février à fin mars;

La 2e début avril;

La 3e dans la première quinzaine de juin;

La 4e en octobre.

La poussée de fin février a été observée en effet, mais ne s'est pas prolongée à cause d'un traitement insecticide fait à temps. La poussée de début avril a été observée aussi, avec un retard de 8 à 10 jours, dans les plantations voisines de l'O.R.S.T.O.M. à Adiopodoumé, et surtout à la S.A.L.C.I. Celle de début juin a été faible.

Nous pensons donc qu'on peut prévoir le wilt.

Chapitre VII

Les Cochenilles sur les racines

Les comptages de cochenilles sur les racines dans nos carrés expérimentaux dépourvus de fourmis nous montrent qu'il n'en existe qu'une moyenne de 1.4 % de la population totale. Sur ce nombre 11,8 % sont des adultes femelles : il y en a donc une proportion bien plus élevée que sur les parties aériennes (7 % seulement). Sans doute les facteurs de destruction des jeunes stades (pluie, vent, insolation)

ne se font-ils pas sentir et ne diminuent-ils pas la survie (tableaux S et T) (*).

Les variations du pourcentage d'adultes et du pourcentage de cochenilles sur les racines sont très nettes (graphique 47).

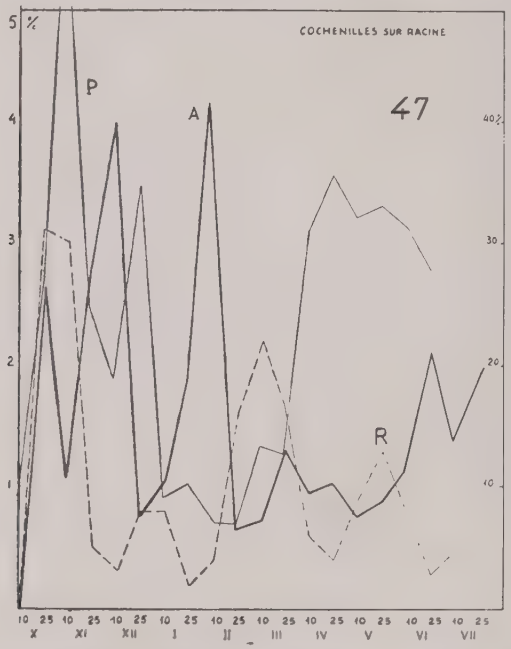


Fig. 47 : Cochenilles sur les racines, en l'absence de fourmis (page 84). - P : niveau général de la population; R : pourcentage de population sur les racines (jusqu'à 4 environ : ordonnées à gauche); A : pourcentage d'adultes dans les populations sur racines (jusqu'à 40 % environ des populations sur les racines : ordonnées à droite).

Il existe plusieurs périodes où le pourcentage de cochenilles sur les racines augmente; d'abord trois maxima au 10 octobre, 25 décembre et 25 mai qui correspondent à des maxima de pullulation sur les parties aériennes : il s'agit donc, soit de populations en réserve qui, dans les champs non protégés, pourraient être amenées par les fourmis et destinées à être transportées par elles sur les parties aériennes, soit plutôt, dans le cas présent, d'excédent de population qui n'a trouvé de place que sur les racines.

Il existe en outre une période de forte pullulation, fin février et début mars : cette forte augmentation sur les racines est sans doute

(*) Tableaux non publiés. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

due non seulement aux conditions défavorables, mais au reflux d'une notable proportion des cochenilles vers le sol : non seulement la proportion paraît plus élevée parce que la population aérienne a diminué, mais celle-ci tend à descendre. Cette migration pourrait, dans les plantation, être dirigée par les fourmis. Toutefois dans nos comptages il n'en a pas été question.

Il paraît donc indispensable, si l'on veut en savoir plus, de faire une étude des fourmis.

En ce qui concerne les pourcentages d'adultes rencontrés, on observe qu'ils sont à leur maximum immédiatement avant les dates de pullulation sur les racines, dates auxquelles il y a un grand nombre d'individus jeunes. Il en est ainsi les 25 octobre, 10 décembre et 10 février.

Le pourcentage relativement élevé d'adultes en mai et début juin vient probablement en partie d'une destruction des jeunes qui sont noyés dans le sol à l'époque des fortes pluies.

Nous pouvons donner une idée des conditions rencontrées par les cochenilles dans le sol fin février et début mars :

Date	Température maxima : *en surface*	*à 30 cm*
Troisième décade de février.....	30,76	29,67
Première décade de mars.....	30,48	30,09

Si le sol est mouillé au pied des plants, le degré hygrothermique *Th* est :

99,25	94
97,75	96

Si le sol est à 75 % d'humidité, *Th* sera :

82	78,25
81	79,4

Ces dernières valeurs atteignent à peu près les 80° d'équivalence demandés par l'optimum de pullulation.

Chapitre VIII

Autres facteurs écologiques. Répartition topographique

Divers facteurs écologiques autres que la température et l'humidité, ou plus complexes que le degré hygrothermique, naturels ou artificiels, peuvent gouverner certains caractères des invasions de cochenilles.

Nous en examinerons quatre pour lesquels nous avons des documents : l'irrigation et la pluie, le ruissellement, le vent et les obstacles, l'orientation.

Le cinquième qui serait de nature biocénotique : intervention des fourmis, n'a pas encore été examiné, son importance l'a fait réserver pour une étude spéciale.

Irrigation et pluie.

L'irrigation en saison sèche constitue en fait plutôt un complexe de facteurs qu'un seul facteur.

Elle agit de plusieurs manières. D'abord, elle modifie l'humidité qu'elle augmente en gros de 10 à 20 % suivant les conditions de température et de ventilation, donc d'évaporation. Ensuite elle modifie la température par refroidissement, d'autant plus que l'évaporation augmente, mais suivant un équilibre qui est défini par la température et la vitesse du vent. Ces relations sont aujourd'hui bien connues.

Ces modifications ne se font pas sentir sur la Cochenille comme dans un abri météo. En effet la Cochenille se trouve située :

1° Dans une niche particulièrement protégée et humide, donc subissant une moindre augmentation d'humidité et un moindre abaissement de température;

2° Sur la surface même des parties végétales, donc dans la couche atmosphérique où se fait sentir le phénomène de Penman.

D'un côté l'ananas qui est une plante gardant bien son eau ne présente probablement qu'un phénomène de Penman (*) réduit; mais d'un autre l'irrigation en augmentant les quantités d'eau dont dispose la plante permet sans doute à celle-ci de fournir à cette couche une humidité accrue. Il en résulte que l'on doit certainement considérer qu'au moins les deux premiers stades doivent vivre en atmosphère plus humide que l'ambiance.

La considération des graphiques de prévision établis ci-dessus à l'aide des données climatologiques nous enseigne que, pour la basse Côte d'Ivoire, il suffirait d'augmenter l'humidité de 5 à 10 % et d'abaisser la température de 2 °C au milieu du jour pour tomber des caractères de la saison sèche à ceux de l'optimum de développement de la Cochenille. L'irrigation serait à coup sûr une catastrophe pour la culture de l'ananas car la marge qui suit la zone indiquée est assez grande, la zone DE s'étendant sur 16 % d'humidité et sur 3,5 °C.

Par contre en moyenne Guinée où l'on atteint par exemple quelque 15-20 % d'humidité avec 38 °C, il faudrait pour entrer dans la même zone abaisser la température de 6 °C et augmenter l'humidité de 40 %.

L'abaissement de température pourrait sans doute être atteint par irrigation, mais l'augmentation de l'humidité ne le serait sûrement pas, sauf intervention très importante de la niche écologique,

(*) A la surface des feuilles, une couche d'air de très faible épaisseur est maintenue à un degré hygrométrique plus élevé par la transpiration des feuilles. C'est ce qu'on appelle le phénomène de Penman.

facteur dont nous ignorons actuellement l'importance parce que, en basse Côte d'Ivoire, les rigueurs de la saison sèche sont réduites et n'entraînent pas de si énormes différences entre l'atmosphère générale et la niche (sans cela les graphiques précédents n'auraient sans doute pas pu être établis).

Pour des raisons agronomiques, techniques, économiques et physiologiques (absorption rapide de l'eau par l'ananas) on a renoncé d'emblée aux caniveaux et nappes d'eau dont l'action au point de vue humidité est considérable. Mais on a envisagé l'irrigation par arrosage.

Sous cette forme l'irrigation agit, mais de faible façon si elle est distribuée en pluie fine, par noyage de très jeunes stades, soit directement par les gouttelettes, soit indirectement par accumulation d'eau à l'aisselle des feuilles où ils sont logés. Ce facteur de mortalité devrait être étudié, il est certainement important car nous avons remarqué plusieurs fois à Adiopodoumé que la pluie qui agit de même décime les populations d'une façon efficace. Il en était de même chez l'*Aphis leguminosae* pourtant moins sensible par lui-même mais aussi moins protégé.

Enfin l'irrigation agit par l'intermédiaire de la physiologie de la plante.

Celle-ci étant mieux nourrie et plus résistante à la sécheresse voit, comme dans le cas où les plantations sont faites à un moment particulièrement favorable au point de vue climatique, les symptômes et les effets du wilt retardés. Mais il semble que pour la Cochenille, si la plante est plus résistante, la nutrition soit aussi améliorée et la croissance démographique plus forte. Il semble donc que de ce côté il n'y ait pas grand-chose à gagner sauf dans le cas où l'on se trouve entre la différenciation de l'inflorescence et la fructification. Dans ce cas, avec ou sans irrigation, l'invasion n'a plus le temps d'agir fortement. Les considérations agronomiques sont alors seules à retenir.

Le ruissellement.

Nous avons observé plusieurs fois dans des plantations que le wilt avait progressé en direction des bas de pentes, le long d'un thalweg. Nous n'en avons pas d'autre explication que l'entraînement de cochenilles après la pluie par le ruissellement. En somme, l'action mécanique de la pluie ne se limite pas à arracher les jeunes cochenilles : ensuite ces dernières peuvent parfaitement ne pas être noyées, mais entraînées.

La signification de ce phénomène ne serait pas particulièrement curieuse si on ne constatait que l'attaque est plus forte d'un côté que de l'autre en général, d'après, semble-t-il, l'orientation. Le côté exposé au nord est le plus atteint dans bien des cas. Nous ignorons pourquoi.

Le vent et les obstacles.

Il s'agit en fait de la transmission du vecteur par la voie aérienne. Deux facteurs sont en concurrence, l'un général et le plus important : le vent, l'autre plus rare : les arbres en surplomb.

Aux époques où la Cochenille pullule, surtout aux stades I et même II, les coups de vent peuvent entraîner ces jeunes qui sont extrêmement légers. Dans les essais que nous avons faits en éliminant le transport des cochenilles par les fourmis, ce facteur seul a pu répandre ces insectes. Cela est d'autant plus important que ce sont les périodes de transition entre la saison humide et la saison sèche qui sont celles des grosses pullulations. Ces deux moments correspondent aux tornades à grands vents alors qu'en saison sèche et surtout en pleine saison humide ou en petite saison sèche il n'y a qu'un vent faible ou nul.

La coïncidence entre les deux phénomènes oblige à considérer que le traitement contre le transport des cochenilles dans le sol n'est pas suffisant et qu'il doit être complété par intervention directe sur la Cochenille.

Une autre cause d'apport de cochenilles par voie aérienne réside dans les arbres en surplomb. Nous avons eu ainsi un essai modifié involontairement par l'apport de cochenilles par des *Crematogaster* passant sur un goyavier qui retombait au niveau du bout des feuilles des ananas, par dessus un fossé à insecticides. Ainsi se sont produits deux foyers à une certaine distance des bordures. Il est donc prouvé que certaines fourmis arboricoles peuvent transporter des cochenilles en dehors du milieu « sol ».

Orientation.

Nous renvoyons pour cette question au chapitre X (sens et rapidité des invasions). En effet, il semble que le phénomène est sous la dépendance des fourmis.

Conclusion

de la troisième partie : Écologie de la Cochenille

Au point de vue écologique, la Cochenille de l'ananas est sensible à divers facteurs dont le plus important est la combinaison de température et d'humidité relative, que nous avons définie en 1953 sous le nom de degré hygrothermique (*Th*). Sa biologie peut être affectée par d'autres complexes de facteurs provoqués par exemple par l'irrigation; elle est sensible certainement à l'insolation dont elle se préserve autant qu'elle peut; elle peut être entraînée par les vents et le ruissellement, tuée par les pluies, transportée par les fourmis, le plus souvent dans le sol, mais parfois aussi à l'air libre (fourmis arboricoles).

De toute manière, l'écologie n'explique pas tous les aspects de sa biologie, le phénomène de démophase dont l'origine est encore obscure comporte une fécondité très élevée chez certaines lignées et pas chez d'autres; la ponte subléthale est une réaction à l'apparition de conditions mauvaises et est difficile à chiffrer en fonction de celles-ci mais paraît augmenter avec la brutalité du changement.

Cependant l'étude écologique apporte des résultats très intéressants sur un certain nombre de points.

On pouvait d'abord se demander ce qui constitue la période influente, car le cycle de la Cochenille est relativement très long par rapport à celui de nombreux insectes tropicaux. Il est maintenant prouvé que les réactions des caractères biologiques et particulièrement de la fécondité répondent aux conditions immédiates : quel que soit le passé d'une femelle sa ponte dépendra essentiellement des conditions où elle est placée à l'âge adulte. Au point de vue méthodologique, c'est un résultat très important car il tranche la question de la représentation graphique des influences écologiques sur la valeur des caractères biologiques (ou démographiques). On peut, sans craindre de rendre les résultats flous prendre une moyenne sur une période courte, période seule en cause.

Ensuite cette cochenille, comme l'*Aphis leguminosae* que nous avons étudié antérieurement, paraît sensible plutôt aux valeurs extrêmes diurnes qu'aux autres, et celles-ci jouent un rôle limitant.

Troisième point, on peut expliquer assez bien l'évolution des populations coccidiennes au cours de l'année à l'aide du degré T*h*. Nous avons toujours pensé que cette méthode est applicable d'une façon générale. C'en est une confirmation, quelles que soient les anomalies qui, dans la démophase, la démostase et la ponte subléthale, apportent des points aberrants. On pourrait même affirmer que ces aberrances accusent la dépendance de la Cochenille envers les conditions écologiques; la valeur de notre méthode paraîtrait ainsi renforcée. L'optimum pour la Cochenille se situe un peu en dessous de T*h* = 80.

Par cette méthode nous parvenons, comme pour l'*Aphis* cité à prévoir les invasions à l'aide des données météo; nous avons même la possibilité d'en connaître l'importance relative au fur et à mesure que leur durée se prolonge, étant donné que les invasions moyennes commencent avec la 2^{e} génération et les fortes avec la 3^{e} et que le taux de multiplication est de 2 par génération d'une façon globale, et de 4 à 6 en cas de démophase.

Enfin, à l'aide des observations citées plus haut, on peut, après avoir prévu les invasions, prévoir les apparitions de wilt.

Normalement les invasions ont lieu aux périodes de transition (avril-mai et octobre-janvier en basse Côte d'Ivoire) mais peuvent tenter plusieurs départs en saison sèche par exemple en basse Côte d'Ivoire, quand les conditions de cette saison ne sont pas trop extrêmes.

Dans les pays à saison sèche très marquée, l'invasion ne se maintient pas à cette période mais est repoussée vers les périodes relativement plus humides.

Donc l'étude écologique de la Cochenille apporte au point de vue pratique de très importants résultats : prévision des invasions et importance de celles-ci, donc possibilité de connaître d'avance les dates de traitements et de les modifier suivant la saison et les années, ou suivant les régions.

Toutefois, nous faisons toutes réserves en ce qui concerne l'extension de ces conclusions telles quelles (en valeur absolue) à des régions où les caractères biologiques pourraient prendre d'autres valeurs.

Enfin les fourmis peuvent intervenir pour modifier nos conclusions, particulièrement dans la distribution des cochenilles dans les plantations.

QUATRIÈME PARTIE

LA LUTTE CONTRE LE WILT DE L'ANANAS

Chapitre IX

Lutte contre la Cochenille

La lutte contre le wilt de l'ananas se compose de deux éléments : la lutte contre la Cochenille et la lutte contre les Fourmis qui la transportent.

Nous allons donc d'abord dégager les dates de traitement contre la Cochenille, d'après les données que nous avons obtenues plus haut; puis nous montrerons combien la Cochenille est incapable, par elle-même, de provoquer une invasion.

Nous passerons ensuite à la question du transport des cochenilles par les fourmis.

Nous avons signalé plus haut que d'autres facteurs peuvent jouer un rôle plus effacé : ruissellement, vent, arbres en surplomb; ce ne sont, de toute manière, auprès du facteur Fourmi, que des causes très secondaires d'extension des populations coccidiennes.

Dates de traitement contre la Cochenille.

On admettra d'après les données précédentes, que la population de fond et la 1re génération ne méritent pas un traitement général. Il en résulte que, lorsqu'on traite, on doit essayer de couper à la base

le développement de la 2e génération des trois invasions principales, soit au début de septembre, puis vers le 20 octobre, enfin avant le 20 février.

De plus on aura intérêt à faire coïncider un de ces traitements avec le début de la 3e génération de la grande invasion (dite de novembre), c'est-à-dire à le placer 18 jours avant le 10 novembre, soit vers le 20 octobre : ce traitement aura donc un double effet.

Il ne faudra pas oublier que, les générations s'imbriquant les unes sur les autres, ces trois traitements ne doivent pas suffire. Normalement les comptages faits sur un mois n'ont pas révélé une très forte différence dans la valeur des populations du début à la fin; sur une même population globale nous avons eu :

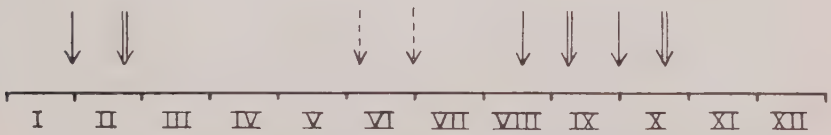
— au premier comptage. 343 000 cochenilles;
— au second ..... 638 600, soit une multiplication par 1,9;
— au troisième ..... 559 000, soit une diminution légère.

Il y a eu cependant des époques où les différences ont été plus fortes, essentiellement juste avant le début des fortes invasions, ainsi :

au 10 XI...	n° 1 = 21 378	n° 2 = 107 950	n° 3 = 84 810
au 25 XI...	1 526	48 300	59 880
au 25 III...	4 197	14 113	7 183
au 10 IV ...	3 357	12 810	20 273

Donc, la grosse progression ayant eu lieu après le 2e comptage, un traitement efficace pourrait être fait au moins 20 jours avant les dates citées plus haut.

Graphiquement les traitements, suivant leur importance, sont situés comme suit :



Si ces traitements étaient bien faits, les cochenilles ne devraient pas pulluler après fin avril-fin mai. Le climat reste cependant encore favorable jusqu'à l'installation de la petite saison sèche (début à mi-juillet). En basse Côte d'Ivoire on pourrait donc faire un ou deux traitements complémentaires en juin (indiqués par les flèches en tirets). Ce sera d'autant plus utile qu'on a observé en 1957 (et cela doit être fréquent) une forte ponte subléthale qui pourrait devenir dangereuse dans le cas où des conditions favorables surviendraient inopinément.

Bien entendu ces données sont valables pour un terrain dans lequel l'invasion est pratiquement endémique (90 à 95 %); c'est ce qui avait lieu dans nos carrés expérimentaux, les carrés de 25 ananas étant isolés les uns des autres ainsi que de la brousse environnante par des fossés garnis d'insecticides.

Mais dans le cas où l'invasion est entretenue par la brousse sans protection (voir plus loin le rôle des fourmis) on ne peut que constater la nécessité de traiter au moins à chaque génération pendant les périodes favorables c'est-à-dire en basse Côte d'Ivoire toute l'année sauf en février-mars et en septembre (données de 1957). On remarquera qu'il ne s'agit plus dans ce cas de traitements préventifs destinés à couper à la base la génération de cochenilles qui sert de pied de cuve à l'invasion. On ne peut donc en ce cas avancer le traitement en comptant toucher le pied de cuve entier; il faut au contraire des traitements curatifs pratiqués au moment même de l'invasion.

Si l'on se reporte au graphique 3 (p. 9), on remarquera les coïncidences entre des époques d'apparition du wilt et certaines dates où nous conseillons le traitement en *terrain infesté endémique*.
Apparition de wilt :

En juin, traitement souhaitable;

Fin septembre et octobre, traitement nécessaire;

Février et mars, traitement nécessaire.

Il se peut qu'on ait parfois constaté que la coïncidence des traitements avec les périodes de wilt ait donné des résultats pratiques. Cela constitue une pure coïncidence et ne peut avoir lieu que certaines années, à condition que la météo de l'année précédente ait été sensiblement marquée aux mêmes époques par des phénomènes semblables. On ne peut en aucune manière se baser sur cette concordance, pour pratique qu'elle soit... sa valeur est tout au plus celle d'un dicton. En tout cas lorsque ce procédé réussit, c'est qu'on a affaire à une population de cochenilles fortement endémique.

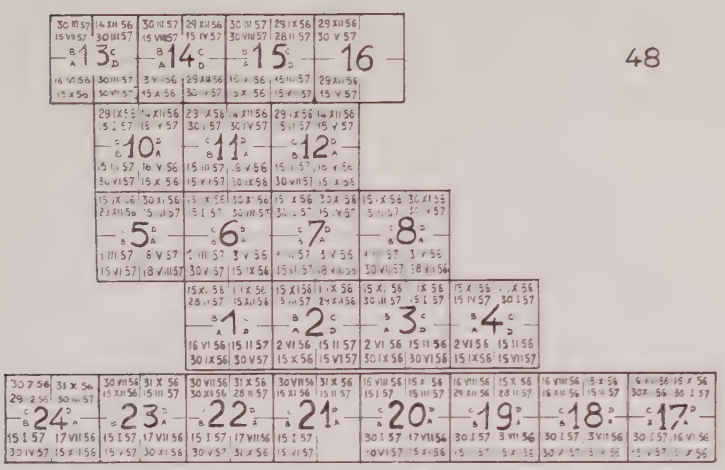
Immobilité des cochenilles. — Rôle des fourmis.

Le peu de mobilité des cochenilles est d'autant plus remarquable que d'un pied à l'autre on peut passer d'une population plus forte à une population plus faible.

On sait déjà que le wilt apparaît souvent sur des pieds isolés.

Nous allons examiner l'environnement des populations les plus fortes que nous ayons trouvées.

Treize d'entre elles dépassent 10 000 cochenilles sur un seul pied (moyenne 15 445), la plus forte est de 30 352 (ces nombres concernent les populations sur les seules parties aériennes): 11 vont de 6 à 10 000; 13, de 4 à 6 000; 17, de 3 à 4 000.



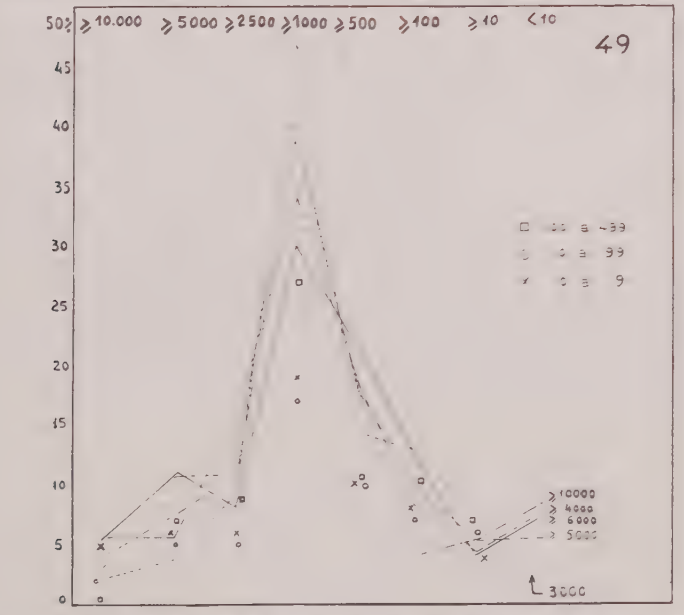


FIG. 48 : Dates de plantation et de contamination des essais à la presqu'île d'Adiopodoumé (pages 26 et 96). — Chaque élément est désigné par le numéro d'un carré accompagné de la lettre A, B, C ou D. Les dates sont indiquées en chiffres romains (mois) et arabes (jour). La date supérieure est celle de plantation, l'inférieure celle de contamination.

FIG. 49 : Distribution des populations sur pieds contigus, pour les populations de 3 000 à 30 000 et de 0 à 499 cochenilles par pied (page 94). — En abscisses en haut les classes de populations voisines: en ordonnées à gauche le pourcentage de ces populations respectives: on a séparé en plusieurs courbes plusieurs classes de populations étudiées et on a figuré avec des croix, cercles et carrés la seconde série de populations (de 0 à 499).

Pour ces 54 populations nous avons établi la liste des populations voisines : 8 pour une plante entourée de tous côtés, 5 pour une en bordure, 3 pour une en coin et 6 ou 7 pour une placée sur un angle rentrant (tableaux U, V et W) (*).

Nous avons établi ensuite pour chacune le pourcentage de pieds voisins portant les nombres suivants de cochenilles : 0 à 9; 10 à 99; 100 à 499; 500 à 999; 1 000 à 2 499; 2 500 à 4 999; 5 000 à 9 999; 10 000 et plus (tableaux U, V, W).

Le graphique 49 montre que la répartition des populations voisines est pour ainsi dire non affectée par la population centrale considérée. Qu'il s'agisse d'une population de 30 000 ou de 3 000 cochenilles, son voisinage est sensiblement le même. Il y a en particulier toujours 30 à 47 % de populations entre 1 000 et 2 499 individus.

Nous avons ensuite examiné la situation des populations de 0 à 499 cochenilles. Non seulement dans cette variation qui s'étend sur 500 fois (et non plus sur 10 fois) le diagramme reste le même, mais surtout ce diagramme est le même que le précédent !

On peut donc estimer que l'effet de voisinage est pratiquement nul, c'est-à-dire que les populations ne dépendent pas les unes des autres.

Une simple observation en ferait foi : parmi les pieds ne portant qu'une cochenille, deux ont des voisins en portant environ 1 300, d'autres 1 600, 5 200, 5 800, 14 000; et même c'est à côté de l'un d'eux qu'a été observée la plus forte population, supérieure à 30 000 ! Encore ne tient-on pas compte des individus sur les racines.

Le rôle des fourmis dans la distribution des cochenilles est donc absolument évident et *obligatoire*. Certains phénomènes d'orientation des invasions n'ont pu être retrouvés en l'absence des fourmis.

Chapitre X

Lutte contre les Fourmis

Il existe au moins trois espèces — ou groupes d'espèces — transportant le *Dysmicoccus brevipes* d'un ananas à l'autre : un *Camponotus* pouvant nidifier jusqu'à 80 cm de profondeur, une *Crematogaster* et une *Pheidole*, cette dernière voyageant assez superficiellement. Les *Crematogaster* font leur nid accroché dans les arbres. L'inventaire n'ayant pas encore été fait sérieusement en basse Côte d'Ivoire, nous donnons ces indications sous réserve de les préciser.

(*) Tableaux non publiés. La lettre permet d'en faire la demande à l'auteur.

Toutes ces fourmis voyagent dans les plantations, principalement dans une couche de sol de 10 à 30 cm de profondeur, et les traitements par avion qui ont par exemple été faits à la S.A.L.C.I. n'ont pas d'efficacité, ne les atteignant que très partiellement. On ne peut arguer de cet échec pour nier le rôle des fourmis !

Ces voyages sont assez longs: les fourmis regagnent périodiquement leurs nids : elles sont donc vulnérables dans leurs déplacements. Nous avons pensé que sur un terrain non infecté, en faisant des fossés à un certain écartement, fossés dans lesquels on enfouit un insecticide (schéma 50) il est possible d'enrayer la progression des fourmis et de réduire, sinon d'empêcher, l'invasion des cochenilles. Si le terrain contient déjà des cochenilles, on a des chances de réduire l'invasion: en ajoutant des traitements directs contre la cochenille, on doit en venir à bout.

Lorsque nous avons installé nos plantations expérimentales à la presqu'île d'Adiopodoumé, nous avons misé sur ces hypothèses, afin d'éliminer dans notre première étude le facteur Fourmi. Nous avions entre les plantes un écart d'un mètre, et les fossés délimitaient des carrés de 25 ananas. Mais pour ne pas perdre de temps, au cas où le procédé se révélerait vraiment efficace, nous avons aussitôt fait établir deux essais chez un planteur voisin, n'ayant pas la place et les moyens de le faire à Adiopodoumé. Il s'agit de :

1° Un petit essai que nous dirons « en trapèze » à cause de sa forme. Ses bases ont été de 30 et 33 m, la hauteur de 14 m: l'ensemble a été quadrillé de fossés écartés de 3 à 8 m suivant leur emplacement. Les rejets, de grande dimension (70 cm) ont été désinfectés à la plantation dans un bain de parathion à 0.02-0.04 % (15 juillet). Ensuite on n'a plus traité. On a « hormoné » pour l'obtention des fruits le 8 novembre. Les plants étaient écartés de 1 m en quinconce. Les fossés ont été poudrés à blanc d'un mélange de deux tiers d'HCH et de un tiers de DDT (10 % de produit actif), à raison de 100 g au mètre. Le poudrage était appliqué sur les deux pentes et débordait sur la terre sortie au dehors; puis on a rebouché les fossés qui constituaient en somme un dièdre d'insecticide comblé par un mélange de terre et d'insecticide. Dans la pratique, pour éviter l'érosion, on pourrait enherber la surface du fossé.

2° Une surface irrégulière comprenant un plateau et une cuvette, au total un hectare et demi, a été quadrillée de fossés comme l'indique le schéma 53. Dans ce cas la plantation a été effectuée suivant les habitudes du planteur, en lignes jumelées. Nous reviendrons sur chacun de ces essais.

Nous avons également tenté de reconstituer une invasion passée dans une plantation de 11 ha environ.

Nous achèverons en donnant un ordre d'idées des dépenses — et des économies — que le système des fossés peut entraîner, et

quelques indications sur les cas où il y aurait lieu de le combiner avec d'autres méthodes de lutte, ou d'en restreindre l'emploi.

Expérimentation de la presqu'ile d'Adiopodoumé.

Nous donnons ici la situation et le plan des essais. Les carrés élémentaires numérotés de 1 à 26 sont de 10 m de côté et leurs subdivisions de 5 m (graphique 48, p. 93).

Les fossés ont été faits au début de la plantation entre le 15 juillet et le 15 septembre. Ils ont été refaits en janvier de l'année suivante.

On y a appliqué du SPC (Braconyl soufré), dont la rémanence est en principe peu considérable. Cependant on a obtenu de n'avoir comme plants contaminés naturellement ou accidentellement que 89 sur 2 600 !

Sur ce nombre, 20 ont manifesté du wilt provenant de la plante mère; l'apparition du wilt s'est faite pour les autres dans les délais suivants (3 manquants) :

5 mois et demi pour 35
6 mois pour 29
7 mois et demi pour 2

On n'a donc eu que 3 % de wilt non contrôlé en 18 mois. Les points touchés sont situés en *bordure nord* des parcelles pour tous les pieds sauf 4 wiltés au départ.

Les contaminations se faisant au bout de 3 mois, 3 mois et demi, 4 mois et 4 mois et demi, si les fossés n'avaient pas été efficaces contre les fourmis, les parcelles se seraient entre-contaminées rapidement. Or il n'en a rien été, les quelques contaminations naturelles paraissent venues de l'extérieur.

Toutefois dans les carrés 12 C et 7 C qui sont à 5 m de la bordure, les contaminations non contrôlées doivent remonter exactement au moment des contaminations artificielles des carrés contigus à l'extérieur, ce qui donne à penser que le garçon de laboratoire qui a fait le travail a pu laisser tomber quelques cochenilles sur le terrain. Cette erreur concernerait 31 pieds; dans ce cas le nombre de contaminations non contrôlées tomberait à moins de 2 %.

Cette protection par fossés a donc été remarquablement efficace et nous ne nous attendions pas, en l'utilisant pour des besoins expérimentaux, à des résultats aussi complets et susceptibles d'être généralisés sur une grande échelle.

Essai en trapèze.

Cet essai était destiné à déterminer l'efficacité topographique et temporelle des fossés à insecticides.

Les plants étant à 1 m en quinconce, les fossés définissaient des

éléments losangiques comportant de 9 à 64 pieds, leur distance variant entre 3 et 8 m (graphiques 51 et 52).

Les plants et les fossés ayant été installés les 12 et 13 juillet 1956, les premières cochenilles sont apparues en décembre, moment de la très forte invasion générale annuelle. Les fossés ont donc préservé la plantation complètement pendant 5 mois avec un mélange HCH-DDT. Il s'en faut cependant que les fourmis aient poursuivi dès lors leur progression sans difficultés. C'est seulement lorsque l'invasion s'est généralisée qu'on a refait des comptages et le dernier a eu lieu les 22 et 24 février 1957, soit plus de 7 mois après l'installation de l'essai.

On constate que l'invasion arrive par le nord principalement. Les deux foyers au sud paraissent provenir soit d'un défaut des fossés, soit de deux nids de cochenilles préexistants, soit plus probablement du passage de *Crematogaster* par voie aérienne, d'un goyavier installé sur le bord de l'essai et auquel nous n'avions pas pris garde.

Au dernier comptage chaque plant a été affecté d'un coefficient égal à la somme des pieds contigus touchés également, coefficient qui matérialise son importance puisque celle-ci se fait en tache d'huile.

Suivant ce coefficient les plants ont été répartis en zones qui coïncident à peu près exactement avec l'ordre dans lequel la contamination s'est faite.

Dès l'abord on remarquera que les gros foyers sont au moins en partie séparés par les fossés ou limités par eux (élément n° 16), soit à une certaine distance d'eux (n° 15), ce qui suggère une action à distance de l'insecticide; or dans le sol, l'HCH peut en effet avoir une assez longue rémanence.

Nous avons fait de cet essai une interprétation de détail. [On n'a pas tenu compte des trois éléments non attaqués du tout] (tableau 11).

1° Si l'on divise le pourcentage de pieds malades par le nombre de pieds attaqués sur la bordure (parfois derrière un fossé), on obtient, pour les éléments entourés de fossés, un nombre variant entre 3,5 et 15 mais en moyenne de 7.2, c'est-à-dire relativement constant et indiquant que l'importance de la bordure conditionne en grande partie l'invasion.

Pour les éléments n'ayant de fossé que sur deux côtés, ce quotient est en moyenne plus que doublé (14.9). S'il n'y avait aucun fossé on pourrait donc inférer qu'il serait multiplié par 2^3, soit 8, ce qui donnerait 57.6, ce qui reviendrait à ce que chaque pied ne soit protégé que par un seul pied à côté de lui ! De plus, si l'on tient compte de variations proportionnelles à celle obtenues pour les deux précédents cas, on voit que l'infestation serait automatiquement comprise entre 25 et 100 %.

TABLEAU XI

Attaque des éléments de l'essai dit « en trapèze »

N° de l'élément	Pieds totaux	% de pieds malades	Pieds attaqués sur la bordure	Quotient 3/4	4/2 × 100 quotient	6/2 quotient
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
14	25	76	9	8,4	36	0,8
1	9	66	7	9,4	78	1
15	64	66	13	5	20	0,5
19	25	64	13	5	52	0,5
16	64	63	8	8	12,5	0,8
13	25	52	8	6,5	32	0,5
11	20	50	5	10	25	1
6	9	44	3	15	23	1,4
18	25	44	5	8,8	20	0,9
2	9	33	3	11	33	1,1
10	42	24	7	3,5	17	0,3
17	25	20	5	4	20	0,4
8	9	11	0	∞	0	...
9	9	11	2	5,5	22	0,6
5	9	11	3	4	33	0,3
3	9	11	3	4	33	0,3
6 A	9	80	5	18	56	1,8
14 B	10	70	4	17,5	40	1,75
1 A	2	50	2	25	100	0,25
11 B	10	33	4	8	40	0,8
15 A	8	25	4	6	50	0,6

LÉGENDE. — Le numéro de l'élément se rapporte au graphique 52. Pour l'utilisation des quotients des colonnes (5), (6) et (7) se rapporter au texte (page 97).

Légende de la planche

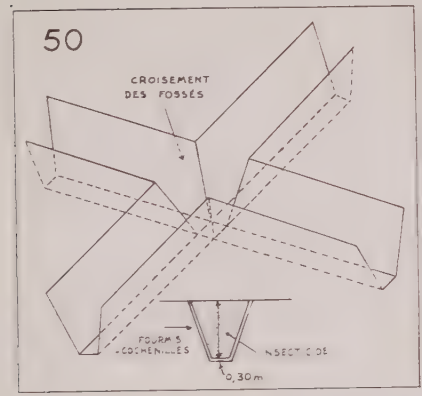
FIG. 50 : Schéma des fossés à insecticides (page 95). — Le schéma représente le croisement de deux fossés et la section de l'un d'eux.

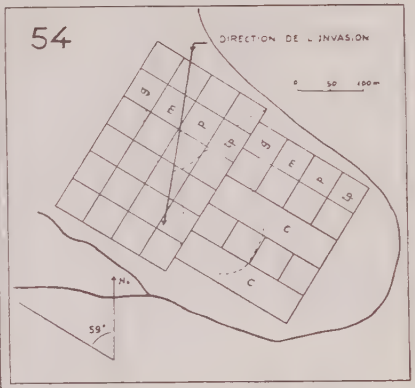
FIG. 51 : Essai dit « en trapèze » (page 97). — Les fossés sont représentés par les lignes droites qui se croisent à 60°. Chaque plant est représenté par un point. En hachures les premiers foyers; puis viennent les parties entourées d'un trait gras, puis celles entourées d'un trait continu mince, puis d'une ligne de tirets.

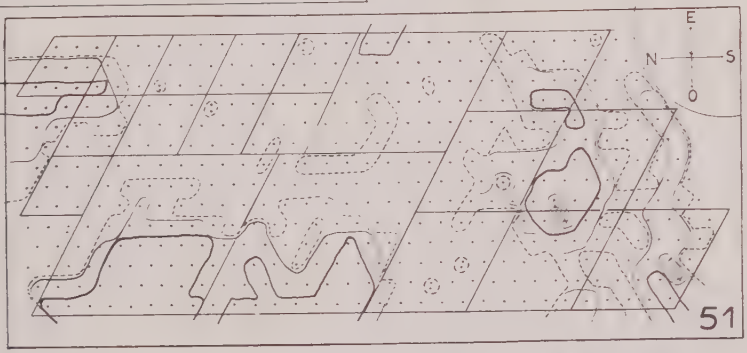
FIG. 52 : Nombre de pieds malades et totaux dans l'essai « en trapèze » (page 97. — En haut, la fraction indique au numérateur le nombre de pieds malades et au dénominateur le nombre de pieds totaux; au centre numérotage des éléments; en bas, la fraction indique au numérateur le pourcentage de pieds malades et au dénominateur le nombre de pieds malades en bordure; le chiffre en dessous est le quotient du premier par le second (colonne 5 du tableau 11).

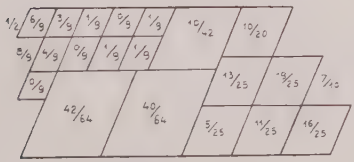
FIG. 53 : Plantation d'un hectare et demi protégée par des fossés à insecticides (page 100). — Les mois de plantation sont en chiffres romains; les chiffres arabes indiquent les dimensions en mètres; les dates des fossés à insecticides sont en chiffres romains soulignés; les dates de récolte sont en chiffres romains entre crochets; HP : hormonage au carbure + parathion à 0,02 %.

FIG. 54 : Plantation « des Niangons » (page 101). — Le matériel qui a servi à la plantation est indiqué comme suit : *g :* grands rejets; *m :* rejets moyens; *p :* petits rejets; *tp :* très petits rejets; *c :* couronnes. Cette plantation est entourée par la lagune Ébrié sur trois côtés.

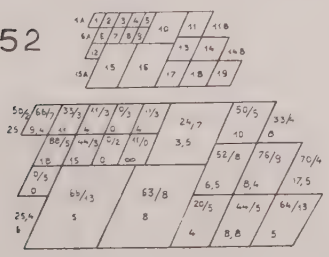

50
CROISEMENT
DES FOSSÉS
FOURMIS
COCHENILLES
INSECTICIDE
0,30 m

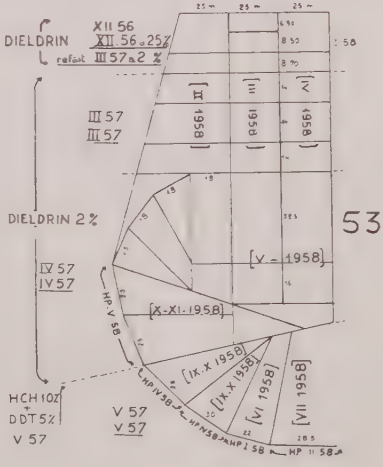

54
DIRECTION DE L'INVASION
0 50 100 m
N.
59°


E
N
S
O
51



52




DIELDRIN
XII 56
XII 56 à 25%
refait III 57 à 2 %
III 57
III 57
DIELDRIN 2%
IV 57
IV 57
HCH 10%
DDT 5%
V 57
V 57
[X-XI-1958]
[V - 1958]
[IX-X 1958]
[IX-X 1958]
[VI 1958]
[VII 1958]
HP V 58
HP IV 58
HP I 58
HP II 58
53

2° Si l'on divise le nombre de pieds malades : N, par le pourcentage Q, de $\frac{\text{pieds de bordure,}}{\text{pieds totaux}}$ on obtient encore un coefficient N/Q qui, divisé de nouveau par le nombre de pieds totaux donne un chiffre moyen de 0,69 mais peut baisser à 0,3 et 0,14, donc dans des proportions analogues au premier coefficient. Pour obtenir cette variation il faut faire intervenir au carré le nombre de pieds totaux, ce qui exprime le fait que le phénomène est fonction de la dimension des éléments : si l'invasion ne rencontre pas de fossé, elle se développe plus rapidement sur une surface donnée.

Si par contre on groupe les éléments de même dimension et qu'on compare les séries de dimensions diverses entre elles, on constate que le coefficient moyen est à peu près le même pour les éléments :

de 9 pieds... 0,52
de 20-25 pieds... 0,68
de 42-64 pieds... 0,53

Soit une moyenne générale de : 0,58.

Dans les conditions d'écartement des fossés, il n'y a donc pas eu d'avantage sensible pour les éléments les plus petits. Il était donc vraisemblable qu'en écartant encore les fossés, on pouvait obtenir d'aussi bons résultats.

Par contre la moyenne pour les éléments non protégés est de 1,04, ce qui est le double, comme pour le coefficient d'invasion cité plus haut.

Essai d'un hectare et demi.

Le schéma 53 (p. 99) annoncé plus haut montre le quadrillage effectué suivant les courbes de niveau (en partie) ou suivant les thalwegs quand on n'a pu l'éviter. Dans ce dernier sens on a observé un ravinement au bout d'un certain temps. On sera donc probablement amené à augmenter la proportion de fossés sur les courbes de niveau aux dépens de ceux qui sont peu ou prou en pente.

Voici les dates auxquelles les fossés ont été établis ou refaits, avec le traitement appliqué et la date de récolte. On n'a pas eu de wilt.

Installation	*Réfection*	*Traitement*	*Date de récolte*
XII 1956	III 1957	Dieldrin 25 %	I 1958
III-IV 1957...	Non	Dieldrin 2 %	II-III-IV-V 1958
IV 1957	Non	HCH et DDT	VI-VII-IX-X-XI

En plus des fossés, une double précaution a été prise : désinfection des rejets dans une solution à 0,02-0,04 % de parathion (ce qui est

obligatoire avant toute plantation) et poudrage du trou de plantation de chaque pied au parathion 2 %, ce qui complète le traitement précédent et est nécessaire en cas de terrain infecté. Par ce moyen, on revient au cas du terrain vierge où toute invasion est non plus endémique, mais épidémique.

Nous nous sommes assuré que sur les terrains récoltés jusqu'en mai 1958 il n'y avait pas un cas de wilt. Pour ceux qui n'étaient pas encore récoltés, l'hormonage (de février à mai 1958) a comporté l'addition de parathion à 0,02 % à la solution de carbure au moment même de l'épandage. Pour ces parcelles les fossés avaient 9 mois d'existence, on n'avait encore de cochenilles nulle part. Pour la troisième série, traitée à l'HCH-DDT, un délai de 13 mois s'était déjà écoulé. Il est vraisemblable qu'avec des insecticides plus rémanents encore on pourrait arriver à des protections plus durables.

Sens et rapidité des invasions.

Il n'y a pas eu jusqu'ici d'observations de détail suivies à grande échelle car les traitements intensifs évitent désormais de grosses pertes. Néanmoins il serait fort instructif de connaître ce qui se passe dans une plantation non traitée.

Nous avons pu reconstituer ce qui a eu lieu d'octobre 1955 à février 1956 à la plantation des Niangons, près de l'O.R.S.T.O.M. Le plan indique la position de la plantation et sa structure (graphique 54, p. 99).

On a enregistré l'arrivée des cochenilles par le nord, chose que nous avons déjà constatée nous-même à la presqu'île d'Adiopodoumé et dans l'essai « en trapèze ». Cependant au nord de la plantation ne se trouve qu'une assez étroite bordure de terre avant le bord de la lagune.

La progression en neuf mois a été de 125 m. Dans les conditions habituelles de plantation, cela signifie que l'infestation va d'un pied à l'autre en moyenne dans la journée. Il est évident que ce n'est pas la Cochenille qui peut se déplacer aussi vite, et de façon aussi continue, seules les fourmis peuvent entreprendre une telle colonisation des plantes.

Dans un certain nombre de plantations ou de parcelles, il nous a paru que l'invasion cheminait particulièrement le long des thalwegs peu accentués.

D'autre part, un fossé routier d'un mètre de profondeur environ paraît enrayer l'invasion, probablement parce que les fourmis longent ce fossé au lieu de le franchir.

Rentabilité des fossés a insecticides.

Il n'est évidemment pas dans notre rôle de faire des calculs dont on puisse tenir compte au poste des traitements dans une exploita-

tion. Nous voulons seulement indiquer ici quel est l'ordre de grandeur des dépenses entraînées par le traitement classique et par les fossés. Nous avons pris comme base une plantation voisine de l'O.R.S.T.O.M. dont la superficie est d'environ 10 ha, et grâce à l'extrême complaisance du planteur, nous avons pu nous faire une idée de cette question (10 ha comportent environ 500 000 plants).

En basse Côte d'Ivoire, on a fait jusqu'à un traitement par mois, et le coût brut a été de 525 000 francs par an, soit largement 1 franc par pied (monnaie C.F.A.).

Nous estimons que le prix de revient peut passer avec la méthode des fossés, de 41 600 francs à l'hectare, à environ 10 000 francs. Notons surtout qu'il n'y a pas intérêt à utiliser une poudre concentrée et chère qui ne donne pas un barrage assez homogène, faute de volume et de dispersion. Il y aurait en outre gros intérêt à ce que la dissolution du produit actif soit lente et progressive.

Les études de détail sont du ressort d'un spécialiste des insecticides.

Dans ces conditions, on peut envisager de faire encore avec de sérieuses économies quelques traitements complémentaires aux moments des fortes invasions, par exemple en fin octobre, début novembre et fin décembre, début janvier, et peut-être encore, les années très favorables à la Cochenille, fin-avril, début mai (prix de revient 0,3 franc par pied, soit 12 000 francs à l'hectare).

L'utilisation de parathion à l'hormonage n'engage que le coût de l'insecticide et pas celui de la main-d'œuvre; on peut ainsi opérer à temps pour remplacer un traitement général.

Le poudrage des trous de plantation n'est pas une opération très coûteuse et ne devrait se faire que sur terrain infesté.

Valabilité des traitements par fossés.

Nous envisageons que les traitements puissent varier avec les conditions où l'on se trouve placé.

Sur terrain vierge, il est fort possible de ne pratiquer l'installation de fossés que dans les 100 ou 150 m de bordure si la plantation est très homogène à condition que les fossés ceinturent parfaitement l'ensemble, passant par exemple sous les routes avec arrosage périodique du passage. On pourrait ainsi beaucoup gagner sur le prix de revient, surtout dans les régions de savanes où il existe moins de plantes-hôtes réservoirs de cochenilles.

Par contre il se peut que dans certaines régions, le problème fourmis ne se pose pas de la même façon, certaines espèces pouvant descendre dans un sol meuble bien plus bas que 30 cm. Pour le moment nous ne connaissons pas de cas de ce genre, mais cela n'est pas exclu et il risquerait d'être nécessaire de revenir au traitement traditionnel.

Nous avons indiqué qu'aux périodes de grande invasion il y a intérêt à pratiquer un ou plusieurs traitements sur l'ensemble de la plantation. En effet lorsque les cochenilles sont très abondantes, les néonates qui sont extrêmement légères peuvent être entraînées par le vent sur des distances assez grandes et provoquer une endémie contre laquelle les fossés n'ont évidemment aucune efficacité. La climatologie seule peut annoncer le moment de pratiquer ces traitements.

Dans les régions où le climat est moins favorable aux cochenilles, il est évident que, le nombre des traitements à faire étant plus réduit (par exemple 5 ou 6 à Tiassalé), l'intérêt du système des fossés est moindre. Encore faudrait-il désormais comparer la climatologie des régions où l'on cultive l'ananas, et voir si la Cochenille garde les mêmes réactions d'ordre démographique aux influences écologiques.

Conclusion de la quatrième partie

Nous avons consacré la plus grosse partie de notre étude à la Cochenille de l'ananas pour constater en fin de compte que le rôle des fourmis est au moins aussi déterminant que les réactions de la Cochenille aux conditions climatiques.

C'est en somme par hasard et en cherchant une méthode d'isolement de la Cochenille pour l'étudier plus aisément que nous avons trouvé un principe de lutte contre le wilt par fossés insecticides. Il se trouve que ce n'est pas une lutte contre la Cochenille, mais contre la Fourmi. Ce n'est que dans la mesure où ce principe de lutte est soit inapplicable soit insuffisant que l'étude plus complète de la Cochenille était nécessaire, afin de préciser les conditions d'application du traitement classique. Celui-ci suppose essentiellement que l'extension de la Cochenille provient de foyers persistants, par voie endémique, ce qui n'est pas le cas dans les plantations nouvelles, sauf exception. Il est nécessaire en terrain déjà infesté et il reste utile au moment des fortes invasions.

Le traitement classique doit viser la destruction de la seconde génération de cochenilles infestantes, et devrait avoir lieu en basse Côte d'Ivoire surtout en février et septembre-octobre, ainsi qu'un petit mois avant ces dates et, secondairement, en mai-juin; s'il s'agit de réinfestations continuelles, il est nécessaire encore à d'autres moments.

Quant au traitement par fossés, il est au contraire l'idéal pour le cas d'infestations à prévoir, ou qui se renouvellent de l'extérieur.

Nous avons pu expérimenter en plantation ce procédé qui a assuré une immunité quasi parfaite pendant toute la durée végétative de l'ananas.

Il présente en outre l'avantage d'être économique.

Toutefois, pour le moment, nous ignorons encore trop de choses pour en donner tous les détails et dire s'il est généralisable de façon homogène, et sans essais particuliers, sous diverses latitudes et dans divers territoires.

En particulier, il nous serait nécessaire d'avoir des précisions sur les fourmis qui transportent la Cochenille de l'ananas : identification, biologie, écologie, rôle respectif dans ce transport, caractères du champ tropophorique, importance des déplacements et situation de ceux-ci dans le temps.

Enfin il faudrait qu'un spécialiste des insecticides étudie la meilleure combinaison d'insecticides pour ce système de fossés et pour les conditions diverses où il serait appliqué.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

La biologie de la Cochenille de l'ananas est particulièrement complexe et les symptômes de la maladie qu'elle transmet, dite « wilt à cochenilles » n'apparaissent pas non plus selon une loi simple.

Ces symptômes demandent pour se manifester un *délai long* et très variable qui dépend de l'insolation et de l'ennuagement, de la date de plantation, de la date de contamination, etc.: en outre ils peuvent apparaître sur les rejets longtemps après qu'on les a séparés du pied mère, ce qui peut entraîner des confusions sur leur origine; enfin ce wilt n'est pas assez bien caractérisé pour être reconnu dans tous les cas, surtout sur du matériel en expérimentation qu'on doit déranger le moins possible.

On a donc avantage à ne s'appuyer, dans l'étude de la Cochenille, que sur la présence de cet insecte qui, lui aussi, peut parfaitement passer inaperçu de longs mois, non seulement par sa petite taille mais aussi parce qu'il s'installe sur les racines qu'on ne peut examiner à sa guise.

Ceci dit, c'est à deux points de vue essentiels qu'a été examinée la Cochenille : démographique et écologique.

La démographie de cette cochenille est fort compliquée. D'abord, au cours de l'année elle comporte deux équilibres différents : un équilibre normal avec un taux de survie décroissant pour chaque stade autre que le premier, traduisant une perte de population de moitié au passage à chaque stade successif, et un équilibre exceptionnel, comportant une survie pratiquement constante des stades âgés avec

une fécondité énorme (de 300 à 400 descendants par femelle, c'est-à dire le triple de la normale) et un taux de multiplication aussi triplé, accompagné d'une adaptation à la surpopulation, (sorte de grégarisme) qui fait que nous proposons d'appeler ce phénomène *démophase*.

Par là nous voulons souligner l'analogie que présente ce changement d'équilibre avec les *phases* des acridiens. Il est possible d'ailleurs que cette démophase soit accompagnée de changements morphologiques : on connaît en effet des variations importantes dans les caractères de l'espèce. La question est à l'étude; si la réponse est positive, on sera en présence d'un phénomène vraiment très proche des phases acridiennes.

Ces deux équilibres différents sont faciles à repérer graphiquement en portant en abscisses le niveau d'invasion (nombre de cochenilles par pied) et en ordonnées le taux de survie. On a en effet les points datés correspondant à la période démophasique sur la branche inférieure d'une parabole dont l'axe oblique supporte les points figuratifs de la démographie normale.

En outre un troisième équilibre, fugace il est vrai, qui fait le pendant de la démophase, donne des points datés figuratifs sur la branche supérieure de la parabole : il représente ce que nous proposons d'appeler la *démostase*, période où la population stagne, le taux de survie des seuls stades II croissant au point que ces derniers tendent à supplanter toute la population, apparemment comme une forme de résistance.

La démophase se produit dans certaines conditions très favorables (entre 30,5° et 31,5° avec 61,5 à 64,5 % d'humidité, soit de fin octobre à début janvier), la démostase dans des conditions très défavorables (forte température et forte sécheresse en mars par exemple). Certaines années ces phénomènes peuvent très bien ne pas avoir lieu; et surtout la démophase n'affecte que certaines lignées qui tendent à éliminer les autres d'octobre à janvier, mais rentrent ensuite dans le rang.

Enfin la Cochenille de l'ananas est sujette à la *ponte subléthale* qui se produit peu avant la mort des femelles et peut être très importante aux époques où a lieu un brusque changement des conditions écologiques, en sens défavorable.

Normalement la fécondité journalière qui atteint 4 à 6 individus par jour passe par un maximum vers le neuvième jour de ponte; ce maximum est plutôt avancé en démographie normale, retardé de deux jours en démophase. La ponte n'excède guère une vingtaine de jours.

On ignore encore la cause réelle de la démophase; nous suggérons que, puisqu'elle n'existe pas en laboratoire, et s'accompagne à l'extérieur d'une éclosion de mâles extrêmement abondante (10 mâles pour une femelle) qu'elle est marquée par des rapports intensifiés entre mâles et femelles, mais nous ne savons sous quelle forme.

Si en période normale le nombre des mâles est souvent le double

de celui des femelles, il paraît exister deux époques où ce nombre est nul, époques précédant immédiatement les deux invasions les plus importantes (octobre à décembre et mai). A ces périodes la *parthénogénèse* est possible : la question est aussi à l'étude.

Tous ces caractères et phénomènes sont un peu affectés (pour 20 % au maximum) en laboratoire par le substrat végétal qui sert à l'alimentation des cochenilles; les fruits sont le meilleur substrat, les couronnes souvent le plus mauvais. Les fruits favorisent la longévité, la fécondité, la ponte subléthale. Il semble qu'un taux élevé en sucres (et peut-être en acide tartrique sur les fruits) favorise l'état démographique et les manifestations de vitalité de la Cochenille.

De l'écologie de la Cochenille de l'ananas, nous avons exclu pour le moment les questions biocénotiques qui mettent en cause les fourmis.

Le cycle de l'espèce dure probablement en moyenne à l'extérieur une bonne quarantaine de jours alors qu'en laboratoire nous l'avons trouvé en moyenne de 53 jours ($\pm$ 5). Les variations au cours de l'année ne paraissent pas très importantes sauf en mars (démostase) et au point de vue pratique sont sans grand intérêt, car le cycle étant long pour un insecte tropical ne peut se boucler qu'un petit nombre de fois (deux ou trois) à chaque période favorable. Une variation légère en plus ou en moins ne changerait pas grand-chose au devenir de la population.

Par contre ce qui varie beaucoup est la fécondité et le niveau d'invasion. Nous avons essentiellement étudié ce dernier, car il constitue la donnée la plus immédiate et la plus facile à suivre comme aussi la plus significative. Au laboratoire déjà nous avons pu obtenir des graphiques de fécondité journalière et totale, d'espérance de vie adulte et de sénescence qui s'établissent très bien par la méthode que nous avons mise au point en 1951-1953 pour l'*Aphis leguminosae :* il s'agit de reporter les points figuratifs des comptages sur un diagramme ayant en ordonnées les températures (t) et en abscisses les humidités relatives (U); des courbes sont établies une fois pour toutes suivant le *degré hygrothermique :* Th (voir p. 59). On constate que l'optimum pour les différents caractères biologiques de la Cochenille est en fin de compte autour de $Th = 78{,}8$, valeur que nous avons pu établir avec une grande précision grâce à une courbe hyperbolique.

Les graphiques établis accusent comme il fallait s'y attendre avec une biologie aussi complexe, des anomalies pour la démophase, la démostase et la ponte subléthale. Néanmoins ils ont permis d'établir une méthode de prévision des invasions d'après les données météo, en reportant sur les zones d'égale pullulation le climatogramme extrême diurne décade par décade. Il existe quatre zones principales dans lesquelles le danger d'invasion croît; lorsque le climatogramme atteint la troisième zone (C) on s'attend à une moyenne invasion,

produite par la deuxième génération de descendants de la population de fond; lorsqu'il entre dans la quatrième (DE) on s'attend à une invasion grave, produite par la troisième génération; cela suppose un délai plus ou moins long couvert par une progression des conditions favorables. C'est à la limite de la troisième zone qu'on doit envisager un traitement préventif, et entre la troisième et la quatrième qu'on doit envisager un traitement curatif, selon la méthode classique au parathion.

Il est très important de noter que les conditions qui agissent sont non seulement les conditions extrêmes diurnes, mais aussi celles qui sont contemporaines de la variation du caractère : la fécondité par exemple est affectée par les conditions pendant la vie adulte, mais apparemment guère par celles de la vie larvaire.

Au point de vue biocénotique nous réservons l'étude complète des fourmis vectrices de la Cochenille pour un travail ultérieur. Mais nous avons montré que cette étude est absolument indispensable car, si les fourmis n'intervenaient pas, les cochenilles seraient pratiquement immobiles et il n'y aurait guère d'invasion possible. Nous avons pu, en empêchant l'action des fourmis, avoir côte à côte un ananas portant plus de 30 000 cochenilles et un autre n'en portant qu'une ! Fort de cette constatation, nous avons cherché un moyen d'éliminer les fourmis d'un terrain non contaminé de cochenilles, et nous avons dégagé le principe des fossés à insecticides de 30 cm de profondeur qui ont permis de protéger intégralement des surfaces notables (1 hectare et demi) pendant toute une période de végétation de l'ananas jusqu'à la récolte.

Lorsque l'invasion est endémique, les traitements classiques sont nécessaires pour venir à bout de la Cochenille, mais non suffisants, car il faut éviter la réinfestation épidémique. En cas de telle épidémie c'est le système des fossés qui constitue la défense primordiale sans exclure un ou deux traitements classiques pour éliminer les cochenilles arrivant par une voie autre que le sol. L'utilisation des fossés à insecticides, croisés tous les 25 m par exemple, paraît devoir être trois ou quatre fois moins onéreuse que le traitement classique en basse Côte d'Ivoire.

Nous espérons compléter cette étude par :

— Une investigation sur les périodes de parthénogénèse;

— Une recherche des différences morphologiques possibles entre les cochenilles démophasiques et normales;

— Une identification et une investigation écologique et biocénotique des fourmis vectrices de la Cochenille; nous pensons utiliser des marquages radio-actifs;

Une recherche des causes non écologiques de la démophase (influence et proportion des lignées et phénomènes sexuels).

SUMMARY

The biology of the pineapple mealybug is very complicated and the rule for the appearance of the symptoms of the virose (wilt) transmitted by it is not simple.

For the purposes of the following work, the author preferred to use only observations on the mealybug itself and not the appearance of the wilt.

Demography and ecology have been examined.

Demographically this insect seems to have two equilibriums : normally the rate of survival of each instar (but not of the first) decreases because the population is halved at each instar but occasionally the rate remains constant. Fecundity in this latter case is enormous, 300 to 400 descendants for 1 female, three times the normal fecundity. The rate of multiplication is also three times as high. The insect is suddenly adapted to overpopulation. The author proposes *demophasis* as the name for this phenomenon, because there seems to be an analogy between this adaptation and the *phases* of the Locusts.

On a graph of which the x axis shows the number of insects on a plant and the y axis the rate of survival the demophasic points lie on the lower branch of a parabola, the axis of the parabola represents the normal demographic formula, the upper branch of the parabola, which indicates low subconstant population and increasing rate of survival (for the second instar principally), is the curve of the *demostasis*. Demostasis is the opposite of Demophasis. Demophasis occurs in October to December (highly favorable conditions), demostasis in March (very bad conditions).

Probably demophasis goes hand in hand with modification of the morphology, this point will be examined.

Sublethal reproduction occurs a little before the death of the females; in the field it is much higher than in the laboratory and is caused by sudden aggravation of the ecological conditions.

Demophasis is probably connected with a sexual phenomenon and abundance of males (sex ratio 1:10).

After the demostasic period the males seem to be absent. Perhaps parthenogenesis takes place at this time. The point will be examined.

Nutrition has an influence on many biological characteristics, e.g. fecundity, longevity, sublethal reproduction and these characters are more pronunced on the fruit than on the other parts of the plant.

The life-cycle is probably 40 days in the field, 53 ± 5 days in the laboratory. Variation in the year is of little importance.

Fecundity and abundance of the mealybugs vary greatly with ecological conditions and other characteristics (life duration of the adults, senescence etc.) have also been examined in the laboratory from this point of view. The optimum for all the characters studied is about 78,8° T*h*. The hygrothermic degree T*h* has been defined in a previous work on plant-lice (*Aphis leguminosae*) as the function $Th = k\,t + 2{,}08\,f\,U$; t : temperature °C; f : vapour pressure of water at temperature t; U : relative humidity.

The conditions which influence characteristics are the concomitant conditions, the larval influences are not active on adult phenomena.

Graphs are established for forecasting invasions and zones are defined in which the invasions reach different rates. Extreme diurnal climatograms of a region may be traced on these graphs and they gives dates for treatment in the field.

The mealybug population by itself cannot accomplish the invasions in the fields. Without the intervention of ants it is possible to find contiguous plants, one of which bears 30,000, the other 1 mealybug only. Ants render invasions possible. That will be the subject of further investigation. Nevertheless a system of defence is indicated to bar the way to ants that carry mealybugs. It consists of ditches one foot deep crossed at a distance varying from 3 to 25 yds (25 yds in the fields); the walls are dusted with a very remanent insecticide and the ditch are stoped back.

This is a good method of controlling epidemic populations of mealybugs carried by ants but the classical treatment is the best for endemic populations. Both may be combined according to the requirements.

TABLEAUX NON PUBLIÉS

A. Insolation et ennuagement total (page 7).

B. Comparaison des valeurs moyennes et extrêmes des caractères biologiques selon les substrats (pages 15 et 61).

C. Survie, en individus, des femelles : sur fruits (page 15-16).
D. — — — sur couronnes (Idem).
E. — — — sur feuilles (Idem).
F. Nombre de jours de sénescence (page 16).
G. Niveau des populations artificielles rapportées aux dates principales (page 32).
H. Répartition des populations artificielles (page 40).
I. % de survie apparente aux différents stades (série Or) (page 42 et 75).
J. — — — — (série Cp) (Idem).
K. Mâles manquants (série Or) (page 47).
L. Populations démophasiques (page 53).
M. — — pourcentages (Idem).
N. — — proportions (Idem).
O. Conditions subies par les élevages (extrême diurne) (page 61).
P. Survie sur tous substrats végétaux (page 70).
Q. Niveau d'invasion suivant le degré hygrothermique (*Th*) (page 80).
R. Cochenilles sur les racines (page 90).
S. et T. Cochenilles sur les racines, pourcentages (page 90).
U. Vicinité des populations de 3 000 à 30 000 cochenilles (page 103).
V. Résumé du précédent (page 103).
W. Vicinité des populations de 0 à 499 cochenilles (page 103).

BIBLIOGRAPHIE

Annand P. N. — 1945. Report of the chief of the bureau entomology and plant quarantine. — *Agricultural Administration. U.S. Dep. Agric.*, Washington. — Résumé *I.F.A.C.*, 727.

Balachowsky A. S. — 1957. Observations biologiques et systématiques sur Cochenille de l'ananas (*Dysmicoccus brevipes* ckll.) à la Martinique. — *Rev. Path. Vég. Ent. Agr. Fr.*, **36** (4), 189-197.

Bartlett, K. A. — 1939. Introduction and colonisation of two parasites of the pineapple mealybug in Puerto Rico. — *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, **23** (2). — Résumé *I.F.A.C.*, 6-1434.

Bartlett K. A. — 1944. Insect parasites and predatords. — *Report of the federal Exp. St. in Puerto-Rico.*, 27-8. — Résumé *I.F.A.C.*, 4.50.

Carter W. — 1931. The use of insecticides on pineapple in Hawaii *J. econ. Ent.*, **24** (6), 1233-1242. — Résumé *I.F.A.C.*, 7.529.
— 1932. Studies of populations of *Pseudococcus brevipes* ckll. occuring on pineapple plants. — *Ecology*, **32** (3), 296-304.
— 1933. The pineapple mealybug, *Pseudococcus brevipes* ckll. and wilt of pineapple. — *Phytopath.*, **23** (3), 207-242.
— 1933. The spotting of pineapple leaves. — *Phytopath.*, **23** (3), 243-259.
— 1935. The symbionts of *Pseudococcus brevipes* ckll. — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **28** (1), 60-71.
— 1935. The symbionts of *Pseudococcus brevipes* in relation to a phytotoxic secretion of the insect. — *Phytopath.*, **25** (1), 10.
— 1935. Studies on biological control of *Pseudococcus brevides* in Jamaïca and Central America. — *J. econ. Ent.*, **28** (6), 1037-1041.
— 1937. The toxic dose of mealybug wilt of pineapple. — *Phytopath.*, **27** (10), 971-981.
— 1940. Studies on the relationship between insect vector and virus with special reference to the insect symbionts. — *Report of Proc. of the third Intern. Congr. for Microbiol.*, 1940.
— 1942. The geographical distribution of mealybug wilt with notes on some others insect pests of pineapple. — *J. econ. Ent.*, **35** (1), 10-15.
— 1942. A method of growing plants in water vapor to facilite examination of roots. — *Phytopath.*, **32** (7), 623-625.

Carter W. — 1944. A striping of pineapple leaves caused by Pseudococcus brevipes. — *J. econ. Ent.*, **37** (6), 846-847. — Résumé *I.F.A.C.*, 7.995.

— 1945. The oral secretions of the pineapple mealybug. — *J. econ. Ent.*, **38** (3), 335-338.

— 1945. Some etiological aspects of mealybug wilt. — *Phytopath.*, **35**(5), 305-315.

— 1945. The influence of plant nutrition on susceptibility of pineapple plants to mealybug wilt. — *Phytopath.*, **35** (5), 316-323.

— 1948. Insect notes from South-America with special reference to *Pseudococcus brevipes* and mealybug wilt. — *J. econ. Ent.*, **42** (5), 761-766.

— 1951. The feeding sequence of *Pseudococcus brevipes* ckll. in relation to mealybug wilt of pineapples in Hawaii. — *Phytopath.*, **41** (9), 769-780.

— 1952. Organic phosphates as systemic insecticides on pineapple plants. — *J. econ. Ent.*, **45** (6), 981-984.

Carter W. & C. T. Schmidt. — 1935. Mass action phenomena in mealybug wilt. — *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **28** (3), 396-403.

Carter W. & J. L. Collins. — 1947. Resistance to mealybug wilt of pineapple with reference to a Cayenne-Queen hybrid. — *Phytophat.*, **37** (5), 332-348. — Résumé *I.F.A.C.*, 5.681.

Donisthorpe H. — 1945. On a small collection of ants (*Hym. Form.*) from West Africa, associated with *Coccidae*. — *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **12** (88), 265-273.

Flanders S. E. — 1951. The role of ants in the biological control of Homopterous Insects. — *Canad. Ent.*, **83**, 93-98.

Gahan A. B. — 1949. Identity of the *Anagyrus* that parisitizes the pineapple mealybug (*Hym. Chalc. Encyrt.*). — *Proc. Hawaii Ent. Soc.*, **13** (3), 357-360. — Résumé *I.F.A.C.*, 10.5628.

Illingworth J. F. — 1931. Preliminary report on evidence that mealybugs are an important factor in pineapple wilt. — *J. econ. Ent.*, **24** (4), 877-889. — *R.A.E.*, A, 19, 676.

Ito K. — 1938. Studies on the life history of the pineapple mealybug *Pseudococcus brevipes* ckll. — *J. econ. Ent.*, **31** (2), 291-298.

Johnson M. O. — 1935. The pineapple. — *Paradise of the Pacific Press*, Honolulu, 306 p.

Lewcock. — Pineapple wilt disease and its control. — *Queensland Agric. J.*, **43** (1), 9-17. — Résumé *I.F.A.C.*, 1236.

Linford M. B. — 1952. Pineapple diseases and pests in Mexico. — *F.A.O. Plant. Prot. Bull.*, **1** (2), 21-25.

Magnin J. — 1952. Note préliminaire au sujet des *Pseudococcinae* de la Côte d'Ivoire. — *Agron. Trop.*, **7** (3), 289-291.

Merny G. — 1949. Les maladies de l'ananas, maladies causées par un insecte toxicogénique : le wilt à *Pseudococcus brevipes*. — *Fruits O.M.*, **4** (7), 327-331.

Nixon G. E. J. — 1951. The association of ants with Aphids and Coccids. — *Commonw. Inst. Ent.*, London.

Phillips J. S. — 1934. The biology and distribution of ants in Hawaiians pineapple fields. — *Bull. Exp. St. Pineapple Prod. Ass. Univ. Hawaii*, **15** (3). — *R.A.E.*, A, **23**, 375.

Py Cl. — 1957. La culture de l'ananas en Guinée. — *I.F.A.C.*

— L'ananas à Porto Rico. — *Fruits O.M.*, **6** (9), 359-368. — Résumé *I.F.A.C.*, 8.1835.

Réal P. — 1955. Le cycle annuel du Puceron de l'Arachide (*Aphis leguminosae* theo.) en Afrique noire française, et son déterminisme. — *Rev. Path. vég. Ent. agr. Fr.*, **34** (1, 2), 1-122.

Reh L. — 1902. Periodicität bei Schildlaüsen. — *Illustr. Z. Ent.*, **5**, 161-162.

Sabrosky C. W. — 1951. Two new species of *Pseudastatia* (*Dipt. Dros.*) predacious on the pineapple mealybug. — *Bull. Ent. Res.*, **41** (3), 623-627. — *I.F.A.C.*, 8.1669.

SERRANO F. B. — 1934. Pineapple mealybug wilt in the Philippines. — *Philip. J. Sci.*, **55** (4), 363-377.
— 1935. Control of pineapple mealybug wilt. — *Philip. J. Sci.*, **56** (2), 111-125. — *R.A.E.*, **14**, 643.

SIMMONDS J. H. — 1934. The work of the pathological branch. — *Queensland Dep. Agric. and Stock for the year* 1933-1934, 67-70. — Résumé *I.F.A.C.*, 1218.

SMITH M. R. & H. K. PLANK. — 1940. A survey of the pineapple mealybug in Puerto Rico and priliminary survey of its control. — *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, **24** (2), 49-76.

STEYART R. L. — 1944. Situation phytosanitaire des cultures au Bas Congo. — *Bull. Agric. Congo belge*, **15** (1 à 4), 146. — Résumé *I.F.A.C.*, 4.494.

TKATCHENKO B. — 1947. Écologie de l'ananas dans le Sud indochinois. — *Fruits O.M.*, **2** (7), 206-212; **2** (8), 243-250.

TRAVIS B. V. — 1941. Notes on the biology of the Fire ant, *Solenopsis geminata* in Florida and Georgia. — *Fla Ent.*, **24** (1), 15-22.

WESTGATE P. J. — 1945. Mealybug wilt of pineapples in South Florida. — *Fla. St. Hort. Soc. Proc.*, **58**, 194-196. — Résumé *I.F.A.C.*, 4.494.

WOLFENBARGER D. O. & H. SPENCER. — 1951. Insect control on pineapples. — *Univ. Fla. Agric. Exp. St.*; Gainsville Circ., S 36, 6 p.

WOLFENBARGER D. O. & P. F. WESTGATE. — 1946. Mealybug control studies on pineapples. — *Proc. Fla. St. Hort. Soc.*, 122-125. — Résumé *I.F.A.C.*, 6.618.

I.F.A.C. — 1953. *Rapport de la Station centrale des Cultures fruitières*, Kindia, Guinée.

Annual report of the West African Cacao Research Institute:
April 1950 to March 1951. 63 p.; April 1951 to March 1952. 59 p.; April 1952 to March 1953. 39 p.; April 1953 to March 1954. 52 p.

(ORSTOM :
I.D.E.R.T., Adiopodoumé,
I.D.E.R.T., Bondy).

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

I. PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

BULLETIN SIGNALÉTIQUE

Le Centre de Documentation du C.N.R.S. publie un **Bulletin Signalétique** dans lequel sont signalés, par de courts extraits classés par matières, tous les travaux scientifiques, techniques et philosophiques, publiés dans le monde entier.

Abonnement annuel (y compris table générale des auteurs).

Deuxième partie (biologie, physiologie, zoologie, agriculture).

FRANCE	10.000 fr.
ÉTRANGER	12.000 —

Tirages à part : Deuxième partie :

Section XI. — Biologie animale, génétique, biologie végétale.

FRANCE	5.100 fr.
ÉTRANGER	5.500 —

Section XII. — Agriculture, aliments et industries alimentaires.

FRANCE	1.600 fr.
ÉTRANGER	2.000 —

Abonnement au Centre de Documentation du C.N.R.S., 16, rue Pierre-Curie, Paris (V^e^). C.C.P. Paris 9131-62. Tél. DANton 87-20.

ARCHIVES DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

(Directeur L. CHOPARD)

Revue trimestrielle. — Prix de l'abonnement :

FRANCE	4.500 fr.
ÉTRANGER	5.000 —

N.B. — Les Presses de la Cité, 116, rue du Bac, Paris (VI^e^) reçoivent les abonnements et effectuent toutes les ventes par volumes ou fascicules isolés.

JOURNAL DES RECHERCHES DU C.N.R.S.

(Directeur ROSE)

Revue trimestrielle publiant des articles de recherches faites dans les différents laboratoires du C.N.R.S.

Abonnement d'un an (4 numéros) :

FRANCE	800 fr.
ÉTRANGER	1.000 —

Prix du numéro :

FRANCE	220 fr.
ÉTRANGER	275 —

Vente aux Laboratoires de Bellevue, 1, place Aristide-Briand, BELLEVUE.

II. OUVRAGES

Franklin PIERRE :

Écologie et Peuplement Entomologique du Sahara Nord-Occidental.

Un volume in-8 raisin, de 332 pages et 16 planches - Relié pleine toile jaune 3.200 fr

III. COLLOQUES INTERNATIONAUX

XXXIII. **Écologie** ..... 2.700 fr.

XXXIV. **Structure et physiologie des Sociétés animales** ..... 2.500 fr.

RENSEIGNEMENTS ET VENTE AU SERVICE DES PUBLICATIONS DU C. N. R. S.

13, quai Anatole-France, PARIS-VII^e^ — C.C.P. Paris 9061-11 — Tél. : INV. 45-95

IMPRIMERIE NOUVELLE, Paris (57-59) *Le Gérant :* G. HANNEBICQUE
LE FRANÇOIS, Paris (C. O. L. 15-0217). — Dépôt légal : 4^e^ trim. 1959 : N° 132 P